



**3DMACRO**<sup>23.1.0</sup>  
FOR EXISTING BUILDINGS

# MANUALE UTENTE



**GRUPPO SISMICA**  
SMART STRUCTURAL SOLUTIONS

Copyright of Gruppo Sismica s.r.l.  
ITALY

**Update n° 20230412\_01**  
del 12/04/2023

---

**3DMacro è prodotto da:**

**Gruppo Sismica s.r.l.**

Viale Andrea Doria, 27

95125 Catania

Telefono: +39 095 504749

Email: [info@grupposismica.it](mailto:info@grupposismica.it)

Web: [www.grupposismica.it](http://www.grupposismica.it)

**Supporto tecnico:**

Servizio assistenza tecnica tramite Tickets su

<http://www.lms-grupposismica.it/web/>

Assistenza telefonica: +39 095 504749

**Proprietà letteraria riservata**

Gruppo Sismica s.r.l. © Ottobre 2011

Si ringraziano coloro che hanno collaborato  
alla stesura del presente manuale.

# INDICE GENERALE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
1.1.	<b>DEFINIZIONE DELLA GEOMETRIA</b>	<b>7</b>
1.1.1.	TIPI DI OGGETTI DEFINIBILI	7
1.1.2.	PANNELLI MURARI	8
1.1.3.	SETTI IN CALCESTRUZZO ARMATO	10
1.1.4.	TRAVI, CORDOLI, PILASTRI E CATENE	10
1.1.5.	SOLAI	12
1.1.6.	FONDAZIONI	13
1.1.7.	RINFORZI STRUTTURALI (MODULO 3DM-RST)	13
1.1.8.	CARICHI	13
1.2.	<b>DEFINIZIONE DELLA MESH</b>	<b>14</b>
1.3.	<b>ANALISI NUMERICHE</b>	<b>14</b>
1.4.	<b>VERIFICA E STIMA DELLA VULNERABILITA' SISMICA (MODULO 3DM-B)</b>	<b>15</b>
1.5.	<b>VERIFICA FUORI PIANO DELLE PARETI MURARIE (MODULO 3DM-FP)</b>	<b>15</b>
1.6.	<b>VERIFICA ELEMENTI IN C.A. (MODULO 3DM-SMCA)</b>	<b>16</b>
1.7.	<b>COMPORTEMENTO TRIDIMENSIONALE DEI PANNELLI MURARI 3D (MODULO 3DM-3D)</b>	<b>16</b>
1.8.	<b>CEDIMENTI FONDALI E DIFFERENZIALI (MODULO 3DM-CFD)</b>	<b>17</b>
1.9.	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE (MODULO 3DM-GEO)</b>	<b>17</b>
1.10.	<b>APPLICAZIONE DI RINFORZI STRUTTURALI (MODULO 3DM-RST)</b>	<b>18</b>
1.11.	<b>PRESENTAZIONE DEI RISULTATI E RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>18</b>
1.12.	<b>PER LEGGERE QUESTO MANUALE...</b>	<b>18</b>
<b>2.</b>	<b>AREA DI LAVORO PRINCIPALE</b>	<b>20</b>
2.1.	<b>MENU PRINCIPALE</b>	<b>21</b>
2.2.	<b>BARRA DEI COMANDI RAPIDI</b>	<b>21</b>
2.3.	<b>BARRA DELLE INFORMAZIONI</b>	<b>22</b>
2.4.	<b>BARRA DI VISUALIZZAZIONE</b>	<b>22</b>
2.1.	<b>FINESTRA CENTRALE DI VISUALIZZAZIONE</b>	<b>24</b>
2.1.1.	COMANDI RAPIDI DA TASTIERA	25
2.2.	<b>MENU CONTESTUALE</b>	<b>25</b>
2.2.1.	MENU CONTESTUALE PANNELLO MURARIO	25
2.2.2.	MENU CONTESTUALE ASTE	25
2.2.3.	MENU CONTESTUALE SOLAI	26
2.2.4.	MENU CONTESTUALE FONDAZIONE	26
2.3.	<b>FINESTRA STRUTTURA AD ALBERO DEL MODELLO</b>	<b>26</b>
2.4.	<b>FINESTRA DELLE PROPRIETA' DEGLI ELEMENTI</b>	<b>27</b>
2.5.	<b>BARRA DELLE INFORMAZIONI</b>	<b>29</b>
2.6.	<b>AGGIORNAMENTO SOFTWARE ON LINE</b>	<b>29</b>
2.7.	<b>INSTALLAZIONE/AGGIORNAMENTO DI 3DMACRO</b>	<b>30</b>
2.7.1.	PORTALE LMS - LICENSING MANAGER SYSTEM	30
2.7.2.	INSTALLAZIONE DEL TOOL GRUPPO SISMICA MANAGER	38
2.7.3.	RIPRISTINO/DISINSTALLAZIONE DI GRUPPO SISMICA MANAGER	39
2.7.4.	PRIMO UTILIZZO DI GRUPPO SISMICA MANAGER	39
2.7.5.	AMBIENTE PRINCIPALE	40
2.7.6.	PANNELLO GESTIONE LICENZE	40
2.7.7.	PANNELLO GESTIONE DOWNLOAD	42
<b>3.</b>	<b>PROCEDURA GUIDATA (3DMACRO WIZARD)</b>	<b>45</b>
3.1.	<b>CREA NUOVO MODELLO</b>	<b>45</b>

<b>3.2.</b>	<b>APRI MODELLO</b>	<b>48</b>
<b>4.</b>	<b>MENU PRINCIPALE</b>	<b>49</b>
<b>4.1.</b>	<b>MENU FILE</b>	<b>49</b>
<b>4.2.</b>	<b>MENU MODELLO</b>	<b>50</b>
4.2.1.	IMPOSTAZIONI GENERALI	50
4.2.2.	IMPOSTAZIONI GEOMETRICHE	69
4.2.3.	OPZIONI AVANZATE	73
4.2.4.	OPZIONI DEL MODELLO	75
4.2.5.	OPZIONI GEOTECNICHE	78
<b>4.3.</b>	<b>MENU DEFINISCI</b>	<b>83</b>
4.3.1.	DEFINISCI MATERIALI MURATURA	85
4.3.2.	DEFINISCI ALTRI MATERIALI (ELASTICO, ACCIAIO, CALCESTRUZZO)	104
4.3.3.	DEFINISCI SEZIONI PER ASTA E PER SOLAIO	108
4.3.4.	DEFINISCI RINFORZI	147
4.3.5.	DEFINISCI ELEMENTI TIPO	164
4.3.6.	DEFINISCI TERRENI	175
4.3.7.	DEFINISCI STRATIGRAFIE	176
4.3.8.	DEFINISCI CARICHI	176
4.3.9.	DEFINISCI ANALISI	188
4.3.10.	DEFINISCI MODI E FREQUENZE	203
<b>4.4.</b>	<b>MENU COSTRUISCI</b>	<b>205</b>
4.4.1.	EDITOR DI PIANTA	205
4.4.2.	EDITOR DI PARETE	205
4.4.3.	INPUT RAPIDO DEI RINFORZI	205
<b>4.5.</b>	<b>MENU VISUALIZZA</b>	<b>207</b>
4.5.1.	ZOOM TUTTO	207
4.5.2.	RIGENERA IL DISEGNO	208
4.5.3.	VISUALIZZA LA STRUTTURA AD ALBERO DEL MODELLO	208
4.5.4.	VISUALIZZA LA FINESTRA DELLE PROPRIETÀ	208
4.5.5.	VISUALIZZA IL MODELLO COMPUTAZIONALE	208
4.5.6.	LEGENDA DEI SIMBOLI DI DANNO	208
4.5.7.	LEGENDA DEI CARICHI	209
4.5.8.	ALTRE OPZIONI	209
<b>4.6.</b>	<b>MENU CALCOLA</b>	<b>216</b>
<b>4.7.</b>	<b>MENU OUTPUT</b>	<b>216</b>
4.7.1.	PESO SISMICO	217
4.7.2.	DETTAGLI DELLA RISPOSTA	217
4.7.3.	REGISTRO DEGLI EVENTI	219
4.7.4.	RISPOSTA DELLA PARETE	225
4.7.5.	REPORT: RELAZIONE E TABULATI DI CALCOLO	235
4.7.6.	INDICATORI DI RISCHIO	235
4.7.7.	SISMA BONUS	237
<b>4.8.</b>	<b>MENU VERIFICA</b>	<b>238</b>
4.8.1.	CURVE PUSH-OVER E STIMA DELLA VULNERABILITÀ	238
4.8.2.	VERIFICHE A TAGLIO DELLE ASTE IN C.A.	247
4.8.3.	VERIFICHE FUORI PIANO	247
4.8.4.	VERIFICHE GEOTECNICHE	248
4.8.5.	SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA	249
<b>4.9.</b>	<b>MENU ?</b>	<b>250</b>
<b>5.</b>	<b>EDITOR DI IMPALCATO</b>	<b>251</b>

<b>5.1.</b>	<b>ACCEDERE ALL'EDITOR DI IMPALCATO</b>	<b>252</b>
<b>5.2.</b>	<b>GLI ELEMENTI DELL'EDITOR DI IMPALCATO</b>	<b>253</b>
5.2.1.	LINEE GUIDA	253
5.2.2.	GRIGLIA SEMPLICE	253
5.2.3.	LINEE DI RIFERIMENTO	254
5.2.4.	MURO (LINEE DI PIANTA)	255
5.2.5.	TELAIO	257
5.2.6.	ASTE (TRAVI E CORDOLI DI PIANO)	257
5.2.7.	FONDAZIONI	258
5.2.8.	PILASTRI	259
5.2.9.	APERTURE	260
5.2.10.	SOLAI	261
<b>5.3.</b>	<b>MENU PRINCIPALE</b>	<b>262</b>
5.3.1.	MENU FILE	262
5.3.2.	MENU MODIFICA	264
5.3.3.	MENU VISUALIZZA	266
5.3.4.	MENU DISEGNA	270
5.3.5.	MENU STRUMENTI	280
5.3.6.	MENU LINEE DI RIFERIMENTO	280
<b>5.4.</b>	<b>BARRA DI GESTIONE QUOTE</b>	<b>282</b>
<b>5.5.</b>	<b>BARRA DEI COMANDI RAPIDI</b>	<b>283</b>
5.5.1.	MODALITÀ "SELEZIONA" ED "EDITA"	284
5.5.2.	DISEGNA OGGETTO	292
5.5.3.	INCOLLA FORMATO (ASSEGNA ELEMENTO TIPO)	292
5.5.4.	MISURA DISTANZA	293
<b>5.6.</b>	<b>FINESTRA PRINCIPALE EDITOR IMPALCATI</b>	<b>293</b>
5.6.1.	MENU CONTESTUALE	293
<b>5.7.</b>	<b>FINESTRA DELLE PROPRIETÀ O EDITA OGGETTO</b>	<b>314</b>
<b>5.8.</b>	<b>BARRA DELLE INFORMAZIONI</b>	<b>314</b>
<b>6.</b>	<b>EDITOR DI PARETE</b>	<b>316</b>
<b>6.1.</b>	<b>ACCEDERE ALL'EDITOR DI PARETE</b>	<b>316</b>
<b>6.2.</b>	<b>GLI ELEMENTI DELL'EDITOR DI PARETE</b>	<b>317</b>
6.2.1.	LINEE GUIDA	317
6.2.2.	REGIONE IN MURATURA	319
6.2.3.	APERTURE	320
6.2.4.	RINFORZI O AMMALORAMENTI	320
6.2.5.	ASTE	321
<b>6.3.</b>	<b>MENU PRINCIPALE</b>	<b>322</b>
6.3.1.	MENU FILE	322
6.3.2.	MENU MODIFICA	324
6.3.3.	MENU VISUALIZZA	325
6.3.4.	MENU DISEGNA	330
6.3.5.	MENU ASSEGNA	342
6.3.6.	MENU STRUMENTI	343
6.3.7.	MENU LINEE DI RIFERIMENTO	343
<b>6.4.</b>	<b>BARRA DI GESTIONE DELLA VISUALIZZAZIONE DELLE PARETI</b>	<b>345</b>
<b>6.5.</b>	<b>BARRA DEI COMANDI RAPIDI</b>	<b>347</b>
6.5.1.	MODALITÀ "SELEZIONA" ED "EDITA"	349
6.5.2.	CREA OGGETTO	353
6.5.3.	INCOLLA FORMATO (ASSEGNA ELEMENTO TIPO)	354
6.5.4.	MISURA DISTANZA	355
<b>6.6.</b>	<b>FINESTRA PRINCIPALE EDITOR PARETI</b>	<b>356</b>

6.6.1.	MENU CONTESTUALE	356
6.6.2.	MENU CONTESTUALE APERTURE	362
6.6.3.	MENU CONTESTUALE RINFORZO/AMMALORAMENTO	366
6.6.4.	MENU CONTESTUALE ELEMENTI ASTA	367
6.6.5.	MENU CONTESTUALE FONDAZIONI	369
6.7.	FINESTRA DELLE PROPRIETÀ	372
6.8.	BARRA DELLE INFORMAZIONI	373
<b>7.</b>	<b>GENERAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO</b>	<b>376</b>
7.1.	LA GENERAZIONE DELLE PARETI	376
7.2.	GENERAZIONE DELLA MESH	377
7.3.	VISUALIZZAZIONE DEL MODELLO GEOMETRICO E COMPUTAZIONALE	382
<b>8.</b>	<b>ESECUZIONE DELLE ANALISI</b>	<b>383</b>
8.1.	MENU AVVIO DELLE ANALISI	383
8.2.	AMBIENTE DI SELEZIONE DELLE ANALISI	384
8.3.	FINESTRA DI OPZIONI	389
8.4.	FINESTRA DELLO STATO DELLE ANALISI ESEGUITE	391
8.5.	FINESTRA DI STATO DELLE ANALISI ED ANTEPRIMA DELLA CURVA DI PUSH-OVER	391
<b>9.</b>	<b>PROCEDURE DI CALCOLO</b>	<b>395</b>
9.1.	PREMESSA	395
9.2.	LA PROCEDURA DI ANALISI PUSH-OVER	395
9.3.	LA PUSH-OVER 3DMACRO®	396
9.4.	LE RIDISTRIBUZIONI DELLE FORZE	397
9.5.	SISTEMI LINEARI E PROCEDURE NUMERICHE	398
<b>10.</b>	<b>STRUMENTI DI VISUALIZZAZIONE DELLA RISPOSTA</b>	<b>400</b>
10.1.	INTRODUZIONE	400
10.2.	FINESTRA DELLE PROPRIETÀ' IN FASE DI OUTPUT	400
10.3.	DEFORMATA ED INDICATORI DI DANNO	403
10.4.	MENU CONTESTUALE	405
10.5.	RISPOSTA DELLA PARETE E SOLLECITAZIONI DEGLI ELEMENTI	406
10.6.	CURVE DI CAPACITÀ' E LETTURA DEI RISULTATI DELLE ANALISI	406
<b>11.</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI</b>	<b>409</b>
11.1.	VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA (MODULO 3DM-B)	409
11.1.1.	STIMA DI VULNERABILITÀ IN TERMINI DI SPOSTAMENTO	409
11.1.2.	AMBIENTE DI LAVORO	417
11.1.3.	BARRA DEI COMANDI RAPIDI	417
11.1.4.	AREA DI VISUALIZZAZIONE DELLE CURVE DI CAPACITÀ'	417
11.1.5.	SCHEDE DETTAGLI	418
11.2.	MODULO FUORI PIANO (3DM-FP)	427
11.2.1.	VERIFICA DEI CINEMATISMI FUORI PIANO	429
11.2.2.	VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE PER CARICHI LATERALI	449
11.3.	VERIFICA A TAGLIO DELLE ASTE IN C.A. (3DM-SMCA)	455
11.3.1.	LA FINESTRA "VERIFICHE DI RESISTENZA" PER LE VERIFICHE A TAGLIO DELLE ASTE IN C.A.	455
11.3.2.	LA FINESTRA "DETTAGLI DELLA VERIFICA A TAGLIO"	465
11.4.	VERIFICHE STATICHE NEL PIANO	467
11.4.1.	LA BARRA DEI COMANDI RAPIDI	467
11.5.	VERIFICHE NODI TRAVE-COLONNA	471
11.5.2.	APPROCCIO DI CALCOLO	474

11.5.3.	VERIFICHE DI RESISTENZA	475
11.5.4.	INDIVIDUAZIONE DEI NODI ED ESITO VERIFICHE ESEGUITE	476
<b>12.</b>	<b>CERTIFICAZIONE SISMICA EDIFICIO – SISMA BONUS</b>	<b>480</b>
<b>12.1.</b>	<b>OPERAZIONI PROPEDEUTICHE</b>	<b>480</b>
<b>12.2.</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO</b>	<b>480</b>
12.2.1.	CLASSE DI RISCHIO SISMICO PER IL MODELLO CORRENTE	482
12.2.2.	CONFRONTO E CALCOLO DEL SISMA BONUS	485
12.2.3.	VISUALIZZAZIONE E STAMPA DELLA SCHEDA DI CUI ALL'ALLEGATO B	485
<b>13.</b>	<b>REPORT: TABULATI E RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>487</b>
<b>13.1.</b>	<b>BARRA PRINCIPALE DEI MENU</b>	<b>488</b>
13.1.1.	MENU ESPORTA	488
13.1.2.	MENU OPZIONI	489
<b>13.2.</b>	<b>GENERAZIONE DELLA RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE</b>	<b>489</b>
<b>13.3.</b>	<b>GENERAZIONE DEI TABULATI DI INPUT E DI OUTPUT</b>	<b>490</b>
<b>13.4.</b>	<b>GENERAZIONE RELAZIONE E TABULATI GEOTECNICI</b>	<b>492</b>
<b>APPENDICE</b>		<b>494</b>
<b>13.1.</b>	<b>CALCOLO E VERIFICA INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE</b>	<b>494</b>
13.1.1.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	494
13.1.2.	DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI LOCALI	494
<b>13.2.</b>	<b>MECCANISMI DI COLLASSO DI PANNELLI IN MURATURA PER AZIONI NEL PIANO</b>	<b>497</b>
<b>13.3.</b>	<b>METODOLOGIE DI ANALISI DI UNA PARETE</b>	<b>499</b>
13.3.1.	METODOLOGIA DI ANALISI SEMPLIFICATA – PREDIMENSIONAMENTO DELL'INTERVENTO	499
13.3.2.	MODELLAZIONE DI PANNELLI IN MURATURA	499
13.3.3.	MODELLAZIONE DI TELAI O CERCHIATURE	500
13.3.4.	COSTRUZIONE DELLA CURVA DI CAPACITÀ MEDIANTE ANALISI PUSHOVER SEMPLIFICATA	502
13.3.5.	LIMITI DELL'ANALISI SEMPLIFICATA	503
13.3.6.	ANALISI DI VERIFICA DELL'INTERVENTO	504
<b>13.4.</b>	<b>VERIFICA DEGLI INTERVENTI LOCALI</b>	<b>504</b>
<b>13.5.</b>	<b>CASO DI STUDIO: RAFFORZAMENTO LOCALE DI UNA PARETE</b>	<b>505</b>
13.5.1.	DESCRIZIONE DELLA PARETE NELLO STATO DI FATTO	505
13.5.2.	INTERVENTO DI PROGETTO	512
13.5.3.	PRIMA IPOTESI: CERCHIATURE IN C.A. E RINFORZO DEI MASCHI MURARI PIANO TERRA	516
13.5.4.	SECONDA IPOTESI: CERCHIATURE IN ACCIAIO E RINFORZO DEI MASCHI MURARI PIANO TERRA.	518
<b>13.6.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>520</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il software 3DMacro® è l'innovativo strumento per l'analisi e la stima della vulnerabilità degli **edifici in muratura e struttura mista**, che consente di modellare e verificare edifici nuovi ed esistenti di qualunque geometria e complessità.

L'approccio su cui è basato 3DMacro® è estremamente semplice ed intuitivo, pur sfruttando appieno le più innovative tecniche di modellazione e di analisi non lineare sviluppate nell'ambito della ricerca scientifica. Esso schematizza le pareti in muratura mediante un macro-elemento piano sviluppato in ambito universitario. Tale elemento simula i principali meccanismi di rottura nel piano dei pannelli murari e consente di modellare l'interazione tra muratura e telai in calcestruzzo armato.

3DMacro® è il giusto compromesso tra la complessità dei metodi di modellazione agli elementi finiti non-lineari, accurati ma computazionalmente onerosi e difficili da interpretare, e l'eccessiva approssimazione degli approcci semplificati (metodo POR, modelli a telaio, ecc.).

3DMacro® è nato per iniziativa di Gruppo Sismica s.r.l., che dal 2009 offre ai professionisti prodotti e servizi altamente qualificati per la valutazione del comportamento sismico di edifici nuovi ed esistenti, rendendo disponibili in ambito professionale i risultati della ricerca più avanzata nel settore dell'ingegneria sismica. Fin dalla sua costituzione ha affiancato gruppi di ricerca in ambito accademico, con i quali ha intrapreso una costante collaborazione, che ha portato a diverse pubblicazioni, in ambito nazionale ed internazionale, nelle quali sono stati proposti modelli teorici e procedure di calcolo innovative nel campo dell'ingegneria sismica ed, in particolare, nella modellazione non lineare delle strutture.

La filosofia del gruppo è riassunta nel motto:

***'La ricerca scientifica a portata di mouse'***

Di seguito vengono sinteticamente descritte le principali funzionalità e capacità di calcolo del software 3DMacro®.

### 1. L'analisi sismica eseguita in accordo con le normative vigenti.

Le ultime Norme Tecniche per le Costruzioni (di cui al D.M. 17.01.2018) incoraggiano l'uso di analisi statiche non lineari per la progettazione strutturale dei nuovi edifici e la stima della vulnerabilità sismica degli edifici esistenti. In particolare la metodologia di valutazione della sicurezza degli edifici esistenti in muratura ordinaria si allinea con quella descritta per gli edifici di nuova progettazione.

### 2. La modellazione strutturale.

Lo strumento di calcolo descritto in questo manuale si propone come valido supporto per i tecnici che si apprestano alla valutazione della sicurezza sismica di edifici in muratura. E' basato su un approccio innovativo che sfrutta un modello sviluppato in ambito scientifico di semplice ed intuitiva comprensione. Il modello abbina la capacità di aderire alla geometria reale della struttura – senza le approssimative schematizzazioni dei modelli a telai equivalenti – alla capacità di studiare un intero edificio, con un costo computazionale estremamente ridotto. La modellazione dell'edificio in muratura è basata sull'analisi della risposta di macro-elementi: oggetti meccanici a comportamento non lineare (cfr. il manuale teorico), in grado di cogliere i meccanismi di rottura di un intero elemento murario (maschio o fascia) o di una porzione di muratura.

### 3. Le analisi e le verifiche strutturali secondo le normative vigenti.

Il programma 3DMacro® è ideato per eseguire analisi non lineari di edifici in muratura secondo le indicazioni delle vigenti normative. Oltre ad eseguire le verifiche secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (sinteticamente note come NTC2018), è anche possibile eseguire le verifiche secondo l'OPCM 3274/2003 e successive aggiornamenti e secondo il Testo Unico 2005 e modellare secondo i criteri degli Eurocodici.

#### Note per la lettura del manuale

Nell'ultima parte di questa breve introduzione sono descritti e spiegati alcuni degli strumenti messi a disposizione del lettore, per rendere di immediata e di semplice fruizione i concetti descritti in questo manuale (cfr §1.12).

## 1.1. DEFINIZIONE DELLA GEOMETRIA

Il primo passo per l'analisi di una struttura con 3DMacro® passa attraverso la definizione della geometria del modello. Grazie ai due ambienti di modellazione, l'editor di pianta e l'editor di parete, l'utente può costruire il "**modello geometrico**" disegnando, come farebbe con un semplice CAD, gli elementi geometrici e assegnando le corrispondenti caratteristiche meccaniche. Il tutto, viene creato rispettando le particolari conformazioni geometriche delle murature, delle fasce di piano, delle travi, dei pilastri, dei setti, dei cordoli di piano e degli orizzontamenti. La generazione degli elementi strutturali avviene in automatico: il programma infatti genera, ad ogni variazione della geometria, il "**modello computazionale**" corrispondente sul quale vengono eseguite le analisi.

3DMacro® offre due ambienti di lavoro: l'**Editor di pianta** (cfr. § 5) e l'**Editor di parete** (cfr. § 6).

Nella nuova versione 3DMacro 4.0 (e successive release) il passaggio da un ambiente di modellazione all'altro è immediato, e non occorre procedere alla rigenerazione del modello (nell'ambiente principale del programma). Ciò riduce notevolmente i tempi di modellazione (procedure di input più veloci) e consente una più veloce gestione del modello tridimensionale. In tal modo, la pianta e il prospetto di ciascuna parete possono essere costruiti in modo indipendente, garantendo la massima versatilità anche in presenza di geometrie complesse: aperture irregolari per forma o disposizione, presenza di aste, comunque orientate e inclinate, a quote diverse da quelle degli impalcati.

**La pianta** dell'edificio viene costruita nell'**Editor di pianta** introducendo le pareti in muratura portante ("linee di pianta", cfr. § 5.2.4) direttamente in modo grafico, tramite mouse o immissione delle coordinate numeriche. E' possibile altresì importare una pianta di riferimento da file con formato DXF, compatibile con i software CAD più diffusi (cfr. § 5.3.6.4).

**Le pareti**, definite nell'editor di pianta, potranno essere modificate nell'**Editor di parete** (ma anche create direttamente in questo ambiente). Inoltre è possibile creare mediante aperture, fori, brecce, sulle pareti, definire aste interagenti con le murature o meno (in qualunque posizione e orientamento), creare regioni di muratura, rinforzi, etc.

### 1.1.1. TIPI DI OGGETTI DEFINIBILI

Gli oggetti strutturali definibili in 3DMacro® sono: pareti in muratura portante a struttura verticale, travi, cordoli, pilastri, setti in c.a., solai tutti interagenti tra loro e dotati di comportamento non lineare. E' inoltre possibile attribuire a ciascuno di tali elementi (sia in muratura, che in c.a.) rinforzi o ammaloramenti di vario tipo (compatibili con la tipologia di elemento considerato) che possono migliorarne o penalizzarne le caratteristiche. Tra le tipologie di rinforzi disponibili si segnalano:

Rinforzi in FRP, CAM, sistemi di rinforzo *FibreNet*®, e sistema di rinforzo *Armox*®, basato sull'utilizzo di intonaci fibro-rinforzati (SFRM).

Il comportamento non lineare delle pareti murarie è determinato dai tre possibili meccanismi di rottura (taglio, flessione, scorrimento, cfr. Manuale Teorico), mentre quello delle travi e dei pilastri in c.a. è influenzato dal legame costitutivo del calcestruzzo e dell'armatura in acciaio.

È possibile definire solai (rigidi o deformabili), per l'assegnazione dei carichi statici e sismici. Per ciascun elemento strutturale è possibile assegnare la tipologia di materiale non lineare più adatto (c.a., acciaio, legno).

La tipologia di materiale e ulteriori parametri geometrici (quali spessore, caratteristiche d'inerzia, proprietà resistenti) caratterizzano ogni oggetto determinandone il comportamento strutturale.

### 1.1.2. PANNELLI MURARI

Le pareti di un edificio in muratura possono essere modellate come assemblaggio di un insieme di pannelli strutturali interconnessi tra di loro. Tale approccio consente all'utente di poter modellare le aperture (porte, finestre, etc.) nelle murature. A ciascun pannello strutturale è associato, in fase di calcolo, uno o più macro-elementi (cfr. manuale teorico), ciascuno in grado di cogliere i principali meccanismi di collasso nel piano delle pareti in muratura: il meccanismo di rottura a taglio per fessurazione diagonale, di rottura per flessione (*rocking*), di rottura a taglio per scorrimento lungo i giunti di malta.

Per tali ragioni la modellazione a macro-elementi di edifici in muratura, a differenza dei modelli a telaio (basati sul metodo POR), è la soluzione ideale per poter effettuare, attraverso analisi non lineari (note come *analisi push-over*), corrette valutazioni di vulnerabilità sismica.

**Per introdurre in 3DMacro® un pannello in muratura** è necessario definire opportunamente:

- le caratteristiche meccaniche e di massa del pannello:
  - menu definisci > materiale muratura, cfr. § 4.3.1;
- le caratteristiche geometriche del pannello:
  - la definizione dello spessore della muratura, ossia dell'elemento tipo:
    - menu definisci > elemento tipo > murature, cfr. § 4.3.5.1;
  - l'ubicazione in pianta e l'estensione del muro:
    - definisci linee di pianta (menu costruisci > editor di pianta, cfr. § 4.4.1),
    - definisci regioni (menu costruisci > editor di parete, cfr. 6.2.2);
  - l'assegnazione dello spessore della muratura, ossia dell'elemento tipo:
    - menu costruisci > editor di pianta, cfr. § 4.4.1;
    - menu costruisci > editor di parete, cfr. § 4.4.2.
  - presenza di aperture, rinforzi o ammaloramenti:
    - menu costruisci > editor di pianta, cfr. § 5.2.9; 5.6.17
    - menu costruisci > editor di parete, cfr. § 6.3.4.3, § 6.3.4.4

È possibile visualizzare i pannelli murari utilizzando texture ottenute da immagini foto-realistiche (cfr. § 4.3.5.1).

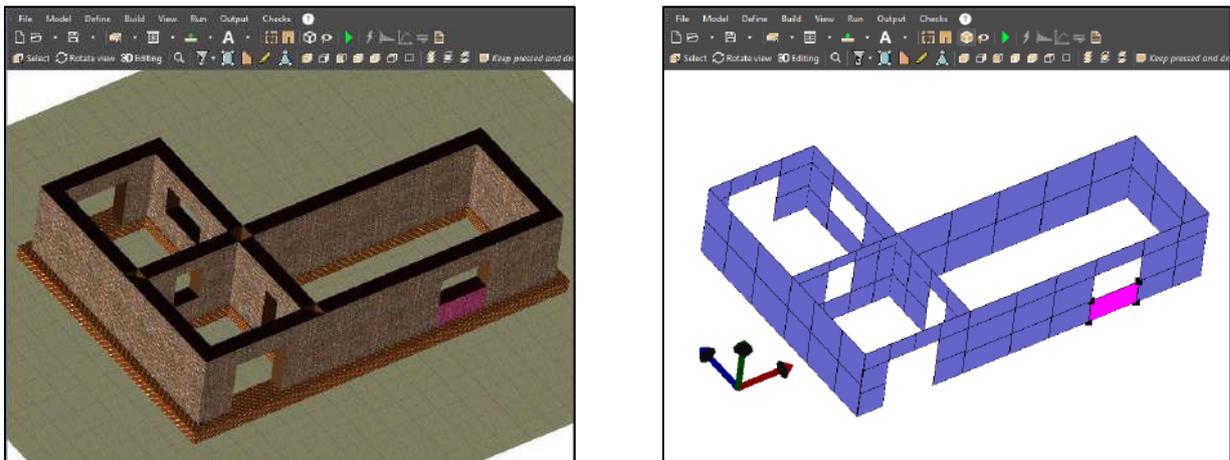


Figura 1. A sinistra (a) vista del modello geometrico di un edificio in muratura, a destra (b) vista del modello computazionale equivalente. In entrambe le viste è evidenziato in giallo un pannello murario

3DMacro® dispone di funzionalità avanzate di gestione del modello 3D. Grazie alla presenza di speciali etichette che identificano tutti gli elementi agganciati a ciascun nodo di ciascun elemento (Node to element).

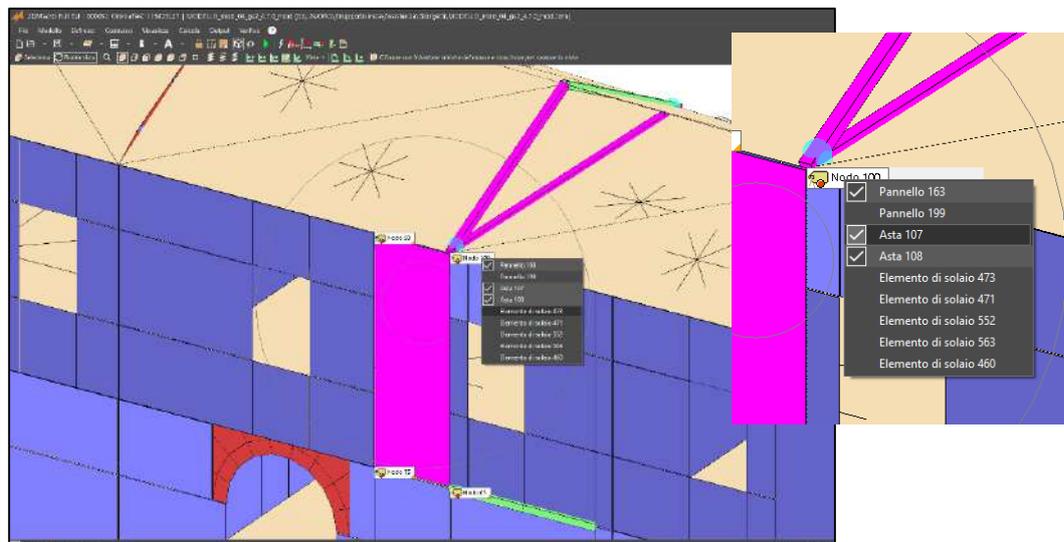


Figura 2. Funzionalità Node to element. Consente di visualizzare e selezionare, per ciascun nodo, di ciascun elemento computazionale, tutti gli elementi ad esso agganciato.

Sono disponibili delle funzionalità di controllo della rettangolarità degli elementi mesh. Se detta rettangolarità non è rispettata, a causa di errori di modellazione, il software segnala i pannelli in stato di errore (evidenziati in rosso acceso), consentendo all'utente in maniera immediata di intervenire-

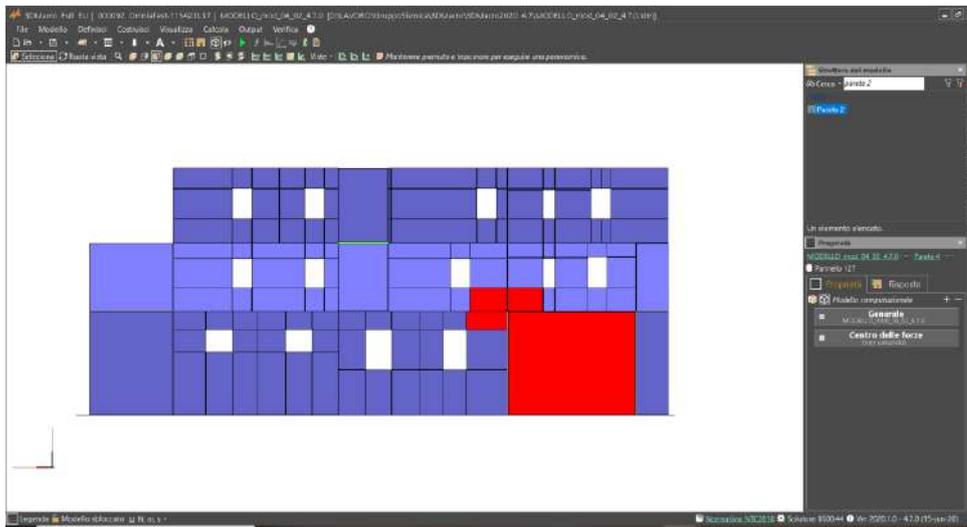


Figura 3. Funzionalità controllo della mesh e segnalazione dei macro elementi in stato di errore.

### 1.1.3. SETTI IN CALCESTRUZZO ARMATO

In 3DMacro® è possibile modellare setti in calcestruzzo armato, ottenuti come assemblaggio di un insieme di pannelli strutturali interconnessi strutturalmente tra di loro. 3DMacro® è l'unico software in grado di modellare il comportamento non lineare di setti in c.a.

**Per introdurre in 3DMacro® un setto in c.a.** è necessario definire opportunamente:

- le caratteristiche meccaniche e di massa del calcestruzzo:
  - menu principale > definisci > materiali > altri materiali...> materiale calcestruzzo (cfr. § 4.3.1);
- le caratteristiche geometriche del pannello:
  - la definizione dello spessore ed armatura del setto in c.a. , ossia dell'elemento tipo:
    - menu principale > definisci > elemento tipo > setti in c.a. (cfr. § 4.3.5.2);
  - ubicazione in pianta ed estensione del setto in c.a.:
- menu principale > costruisci > input impalcati.. (cfr. § 4.4.1);
- presenza di aperture:
  - menu principale > costruisci > input pareti;

È possibile visualizzare i setti in c.a. utilizzando texture ottenute da immagini foto-realistiche (cfr. § 4.3.5.2).

### 1.1.4. TRAVI, CORDOLI, PILASTRI E CATENE

Le travi, i cordoli di piano, i pilastri e le catene possono essere modellate in 3DMacro® con elementi finiti di tipo asta: per tali elementi è possibile effettuare anche analisi non lineari (push-over), adottando materiali che considerino il comportamento meccanico specifico per calcestruzzo ed acciaio. In 3DMacro® è possibile modellare edifici a struttura mista, muratura e telai in calcestruzzo, valutando l'interazione tra i pannelli in muratura e gli elementi trave in maniera diffusa, nel rispetto dei legami costitutivi assegnati.



#### IMPORTANTE

*È possibile personalizzare la disposizione delle armature delle aste in c.a. lungo lo sviluppo dell'asta stessa, per poter considerare l'effettiva presenza di armatura longitudinale e*

*trasversale. Questa funzione è abilitata solo con il modulo 3DM-SM, modulo strutture miste 3DM-SMCA.*

**Per introdurre in 3DMacro® una trave, un cordolo, una catena o un pilastro** è necessario definire opportunamente:

- le caratteristiche meccaniche e di massa dell'elemento asta (menu principale > definisci > materiali > altri materiali..., cfr. § 4.3.2).
- le caratteristiche geometriche dell'elemento asta quali la forma e le dimensioni della sezione dell'asta; la posizione, il numero e il diametro delle armature (menu principale > definisci > materiali > Sezioni per asta, cfr. § 4.3.3.1).
- la definizione dell'elemento tipo (o formato) da assegnare all'asta (menu principale > definisci >> elemento tipo > asta, cfr. § 4.3.5.3);
- l'ubicazione in pianta ed estensione dell'asta (menu principale > costruisci > input impalcati, cfr. § 5.2.6; menu principale > costruisci > input pareti, nonché l'assegnazione dell'elemento-tipo asta.
- la definizione dei carichi di linea gravanti sulle aste (menu principale > definisci > carichi > carichi di linea, cfr. § 4.3.8.3)
- l'assegnazione dei carichi di linea sulle aste del modello (menu principale > costruisci > input pareti)
- l'assegnazione alle aste di eventuali vincoli interni (attach, cfr. § 5.6.1.4.1) per collegare i gradi di libertà delle aste a quelli degli elementi verticali (pannelli murari, setti in c.a.), appartenenti alle altre pareti.

Il sistema di riferimento locale dell'asta è di tipo destrogiro, orientato di default in modo che:

- l'asse 1 sia individuato dall'asse geometrico della trave;
- l'asse 2 sia perpendicolare all'asse 1 comunque giacente nel piano della parete;
- l'asse 3 sia ortogonale alla parete.

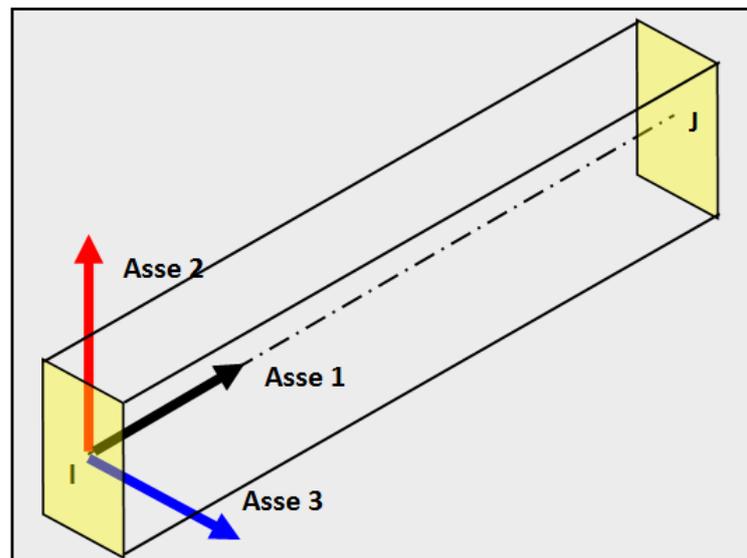


Figura 4. Orientamento degli assi del sistema di riferimento locale.

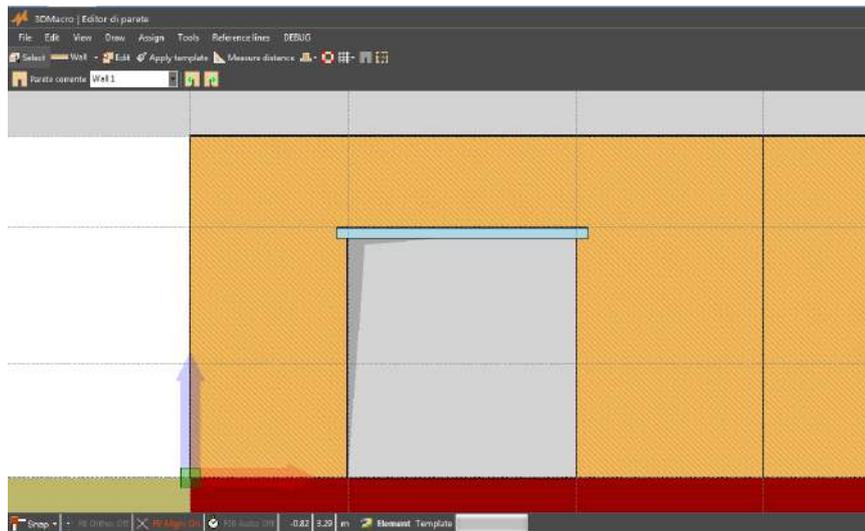


Figura 5. L'architrave posto sopra l'apertura di una porta è stato modellato con un elemento asta in acciaio opportunamente ancorata all'interno della parete.

### 1.1.5. SOLAI

Sono degli elementi bidimensionali di forma poligonale (o rettangolari come caso particolare) che consentono il collegamento tra le pareti (solai rigidi), ovvero la modellazione del comportamento membranale dei solai (solai deformabili).

**Si distingue comportamento rigido, deformabile o infinitamente deformabile.**

- **Comportamento rigido** : il solaio viene assimilato ad un diaframma rigido in cui viene introdotto un vincolo di rigidità piano (o di impalcato rigido) tra i nodi dei pannelli murari e delle aste che giacciono lungo il perimetro del solaio;

- **Comportamento deformabile**: permettono la modellazione dei solai come elementi lastra deformabile nel proprio piano con legame costitutivo di tipo elastico lineare ortotropo;

- **Comportamento infinitamente deformabile**: non sono dotati di alcuna rigidità nel loro piano permettendo così la sola ripartizione dei carichi applicati sugli elementi verticali (pannelli in muratura, setti in c.a., aste comunque appartenenti alle pareti) che giacciono lungo il perimetro del solaio.

**Per introdurre in 3DMacro® un solaio** è necessario definire opportunamente:

- le caratteristiche meccaniche del materiale dell'elemento solaio (menu principale > definisci > materiali > altri materiali... cfr. § 4.3.2).
- le caratteristiche geometriche della sezione del solaio (menu principale > definisci > sezioni > sezioni per solaio, cfr. § 4.3.3.2).
- la definizione dell'elemento tipo (o formato) del solaio (menu principale > definisci > elemento tipo > solaio, cfr. § 4.3.5.4);
- l'ubicazione in pianta ed estensione dell'elemento solaio (menu principale > costruisci > input impalcato., cfr. § 5.2.10).
- la definizione dei carichi gravanti sul solaio (menu principale > definisci > carichi > carichi di area, cfr. § 4.3.8.2).
- l'assegnazione dei carichi di area sui solai del modello (menu principale > costruisci > input impalcato., cfr. § 4.4.1)

La visualizzazione dei solai è gestita sia dagli editor di pianta e di parete, sia tridimensionalmente dalla finestra centrale utilizzando texture ottenute da immagini foto-realistiche (cfr. § 4.3.2).

### 1.1.6. FONDAZIONI

Per vincolare al suolo determinate linee di pianta è necessario inserire gli elementi di fondazione: questi ultimi sono degli elementi monodimensionali dedicati alla modellazione di fondazioni su suolo rigido o deformabile: è possibile modellare le fondazioni come semplici vincoli rigidi oppure come travi su suolo elastico deformabile alla Winkler.

Le **fondazioni di tipo rigido** determinano l'introduzione di uno o più vincoli esterni di incastro in corrispondenza dei nodi dei pannelli murari e/o delle aste ad essi afferenti: ciò implica che gli elementi verticali della struttura (pannelli murari, setti in c.a., travi aeree, pilastri), risulteranno incastrati alla base delle linee di pianta e le travi di fondazioni non saranno modellate e verificate. Pertanto queste ultime dovranno essere analizzate e verificate separatamente, a posteriori, secondo modelli di calcolo che considerino l'interazione suolo-struttura e che verifichino la capacità portante del terreno.

Le **fondazioni di tipo deformabile** introducono degli elementi di fondazione su suolo elastico deformabile alla Winkler: questi ultimi possono avere un legame costitutivo non reagente a trazione. La verifica della capacità portante del terreno dovrà, comunque, essere valutata a posteriori.

**Per introdurre in 3DMacro® una fondazione** è necessario definire opportunamente:

- le caratteristiche meccaniche e di massa dell'elemento asta (menu principale > definisci > materiali > altri materiali..., cfr. § 4.3.2).
- le caratteristiche geometriche dell'elemento asta quali la forma e le dimensioni della sezione dell'asta; la posizione, il numero e il diametro delle armature (menu principale > definisci > sezioni > sezioni per asta, cfr. § 4.3.3.1).
- la definizione dell'elemento tipo (o formato) della fondazione (menu principale > definisci > elemento tipo > > fondazione, cfr. § 4.3.5.5);
- l'ubicazione in pianta ed estensione dell'elemento fondazione (menu principale > costruisci > input impalcati., cfr. § 5.2.7).

### 1.1.7. RINFORZI STRUTTURALI (MODULO 3DM-RST)

Il software 3DMacro® è sviluppato per poter prevedere l'applicazione di rinforzi sia sulle murature che sulle aste in c.a., mediante l'applicazione di Nastri CAM (cfr. § 4.3.4.1), o di Fibre (FRP) (cfr. § 4.3.4.2), applicabili sotto forma di Tessuti o Nastri. E' anche possibile definire ed applicare sistemi di rinforzo Fibre NET (cfr. § 4.3.4.4), Murature armate (cfr. § 4.3.4.3) e rinforzo con tecnologia Armox®, (cfr. § 4.3.4.5).

Specificatamente per le aste in c.a. è anche possibile prevedere, oltre i rinforzi con Fibre (FRP), (cfr. § 4.3.3.1.7.1) e CAM (cfr. § 4.3.3.1.7.2), anche quello mediante CALASTRELLATURE (cfr. § 4.3.3.1.7.3).

### 1.1.8. CARICHI

I carichi definibili nel modello di calcolo sono:

- Carichi di linea, assegnabili alle aste
- Carichi di area, assegnabili ai solai
- Carichi di punto
- Carico da vento
- Spinta delle terre

**Gli step da seguire per introdurre i carichi di linea** sono:

1. la definizione dei carichi di linea gravanti sulle aste (menu principale > definisci > carichi > carichi di linea, cfr. § 4.3.8.3)
2. l'assegnazione dei carichi di linea sulle aste del modello (menu principale > costruisci > input parete..., cfr. § 4.4.2)

**Gli step da seguire per introdurre i carichi di area** sono:

1. la definizione dei carichi gravanti sul solaio (menu principale > definisci > carichi > carichi di area, cfr. § 4.3.8.2).
2. l'assegnazione dei carichi di area sui solai del modello (menu principale > costruisci > input impalcati..., cfr. § 4.4.1)

**Gli step da seguire per introdurre i carichi di punto** sono:

1. la definizione dei carichi di punto gravanti sulle aste o su qualunque elemento (menu principale > definisci > carichi > carichi di linea, cfr. § 4.3.8.3)
2. l'assegnazione dei carichi di punto sulle aste o su qualunque elemento del modello (menu principale > costruisci > input parete..., cfr. § 4.4.2)

**Gli step da seguire per introdurre il carico da vento** sono:

1. la definizione dei carichi da vento gravanti sui pannelli (menu principale > definisci > carichi > carico da vento, cfr. § 4.3.8.4)
2. l'assegnazione dei carichi di punto sulle aste del modello (menu principale > costruisci > input parete..., cfr. § 4.4.2)

**Gli step da seguire per introdurre la spinta delle terre** sono:

1. la definizione dei carichi da spinta delle terre gravanti sui pannelli (menu principale > definisci > carichi > spinta delle terre .. (cfr. § 4.3.8.5)
2. l'assegnazione dei carichi da spinta delle terre, gravanti sui pannelli (menu principale > costruisci > input impalcati > menu contestuale linee di pianta.. (cfr. § 5.6.1.3.1)
3. l'assegnazione dei carichi da spinta delle terre, gravanti sui pannelli (menu principale > costruisci > input parete > menu contestuale regioni.. (cfr. § 6.6.1.3)

## 1.2. DEFINIZIONE DELLA MESH

Alla definizione della geometria del modello corrisponde un modello computazionale, sul quale verranno condotte le analisi numeriche dal motore di calcolo. Il modello computazionale viene ottenuto suddividendo opportunamente gli oggetti strutturali in modo da generare una mesh di elementi (pannelli murari, aste, vincoli esterni, vincoli interni di rigidità) che sarà utilizzata dal motore di calcolo.

Il software genera una **mesh automatica minima (o di base)**, sufficientemente accurata per consentirne il calcolo. Tuttavia l'utente può visionarla (cfr. § 4.5.5), ed eventualmente personalizzarla, utilizzando criteri geometrici, o manualmente, secondo le sue necessità, inserimento di **Linee di taglio della mesh** (cfr. § 6.3.4.7) o di **Cerotti** dall'Editor di parete (cfr. § 6.3.4.8) Per ulteriori approfondimenti si rimanda al manuale teorico.

## 1.3. ANALISI NUMERICHE

La definizione delle analisi è automatica, sulla base dei criteri definiti dalla normativa adottata. Sono supportate analisi statiche non lineari (push-over), come suggerito dalle normative vigenti (cfr. § 4.3.9).

E' possibile personalizzare la definizione delle analisi e i carichi secondo le esigenze dell'utente. Inoltre, ove necessario, alcune opzioni consentiranno di eseguire solo le analisi indispensabili, evitando quelle superflue.

Il solutore sfrutta i più moderni algoritmi di calcolo proposti nell'ambito della ricerca scientifica, con avanzati modelli strutturali, e l'impiego di matrici sparse, che assicurano risultati veloci ed affidabili (cfr. Manuale Teorico).

Grazie alla presenza di un solutore a 64 bit è possibile avere migliori prestazioni in fase di analisi, anche con modelli molto complessi, ed una più veloce lettura dei risultati, grazie a una migliore gestione della memoria. Inoltre, grazie a migliorate performance di lettura dei risultati è possibile sfruttare meglio la memoria del pc, anche per le macchine che dispongono di un processore a 32 bit.

Le analisi non lineari sono condotte aumentando in modo monotono le distribuzioni di carico, statiche e sismiche, previste dalla normativa, e proseguendo, ove necessario, le analisi a controllo di spostamento, fino al collasso convenzionale della struttura, consentendo così di cogliere il degrado della resistenza dei singoli elementi strutturali a seguito di grandi deformazioni e dell'escursione in campo plastico.

Il collasso convenzionale della struttura viene individuato a partire dalla curva di capacità, coerentemente con le indicazioni di normativa.

#### 1.4. VERIFICA E STIMA DELLA VULNERABILITA' SISMICA (MODULO 3DM-B)

Le analisi numeriche, indagando il comportamento non lineare della struttura, forniscono una notevole mole di informazioni, che vanno opportunamente utilizzate ed interpretate.

La curva di capacità, ossia quella curva che riporta in un grafico cartesiano lo sforzo di taglio alla base - sulle ordinate - spostamento di un punto di controllo - sulle ascisse -, è l'informazione più significativa che viene ricavata dalle analisi numeriche. La struttura, sulla base della sua curva di capacità, viene assimilata ad un sistema ad un solo grado di libertà, e su questo sistema equivalente, vengono condotte le verifiche di normativa.

La verifica consiste nel controllo tra lo spostamento offerto dalla struttura e quello richiesto dalla normativa, in corrispondenza di opportuni stati limite prescritti.

Inoltre, per gli edifici in muratura, viene effettuata la verifica sulla resistenza minima del sistema equivalente ai sensi del punto 7.8.16 delle NTC, controllando che il rapporto tra il taglio totale agente alla base del sistema equivalente a un grado di libertà e la resistenza del medesimo sistema non sia superiore a 3.

I risultati delle verifiche di vulnerabilità sismica sono riportati nella relazione di calcolo (cfr. § 13).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al paragrafo § 11.1 del presente manuale.

#### 1.5. VERIFICA FUORI PIANO DELLE PARETI MURARIE (MODULO 3DM-FP)

La verifica dei meccanismi fuori piano dei maschi murari viene eseguita in ottemperanza alle indicazioni di normativa (NTC2018), contenute nel §C8A.4 della Circolare ministeriale del 21 gennaio 2019 n. 7. In particolare è possibile eseguire sia l'analisi cinematica lineare (cfr. §C8A.4.1), sia quella non lineare (cfr. §C8A.4.2).

Essa si basa sulla determinazione, mediante l'analisi limite, del moltiplicatore orizzontale  $\alpha$  dei carichi in funzione dello spostamento  $d_k$  di un punto di riferimento della porzione di parete. Per raggiungere tale scopo il software 3DMacro® valuta il moltiplicatore di collasso  $\alpha_0$  di tutti i possibili meccanismi che possono interessare ciascuna parete, considerando il vincolo offerto dall'ammorsamento dei solai nonché la presenza di eventuali catene. Non richiede quindi di

ipotizzare a priori i meccanismi più probabili. Noto l'andamento del moltiplicatore orizzontale  $\alpha$  dei carichi in funzione dello spostamento  $d_k$  del punto di controllo della struttura, 3DMacro® definisce automaticamente la curva di capacità dell'oscillatore equivalente, come relazione tra l'accelerazione  $a^*$  e lo spostamento  $d^*$ .

Le verifiche di sicurezza sono condotte secondo il metodo degli stati limite, confrontando la capacità e la richiesta in termini di accelerazione (verifica cinematica lineare) o in termini di spostamento (verifica cinematica non lineare).

I risultati delle verifiche fuori piano sono riportati nella relazione di calcolo (cfr. § 13).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al § 11.2 del presente manuale.

## 1.6. VERIFICA ELEMENTI IN C.A. (MODULO 3DM-SMCA)

Il software 3DMacro® è sviluppato per poter eseguire agevolmente analisi non lineari di strutture comunque realizzate in muratura ed in c.a. (strutture miste), ai sensi della normativa vigente (NTC2018): per questo motivo valuta automaticamente il comportamento non lineare di ogni singolo elemento strutturale in funzione delle caratteristiche geometriche e meccaniche loro assegnategli.

In particolare per gli elementi asta (travi e pilastri) in c.a., il software valuta i tagli resistenti ed i momenti resistenti, nonché i relativi legami momento-curvatura in funzione dello sforzo normale di calcolo, consentendo la definizione delle cerniere plastiche a comportamento spaziale (tipo PMM, cfr. § 4.3.5.3) adatte a modellare i pilastri, nonché la valutazione della formazione delle cerniere plastiche al progredire della sollecitazione di calcolo (cfr. § 4.7.4 e § 10.5).

Il comportamento non lineare flessionale è tenuto in conto durante l'analisi in maniera esplicita e coerentemente ai legami costitutivi assegnati. Ciò assicura che in ogni passo dell'analisi i momenti sollecitanti non eccedono i momenti resistenti. Pertanto le verifiche a flessione si devono intendere automaticamente soddisfatte. L'ammissibilità delle sollecitazioni potrà essere verificata attraverso i tabulati di calcolo (cfr. § 13).

I meccanismi fragili (rottture a taglio e rotture a flessione) possono essere ignorati durante l'analisi e verificati a posteriori (cfr. § 11.3), quindi inseriti nel registro degli eventi (cfr. § 4.7.3). In alternativa tali meccanismi possono essere considerati in maniera esplicita durante il calcolo attivando delle opportune ridistribuzioni a seguito delle rotture (cfr. § 4.3.3.1.5).

Per strutture in c.a. è possibile eseguire la verifica dei nodi trave - colonna (cfr. § 11.5).

I risultati delle verifiche a taglio sono riportati nella relazione di calcolo (cfr. § 13). Per ulteriori approfondimenti si rimanda al § 11.3 del presente manuale.



### ATTENZIONE

*Per poter modellare elementi pilastro e setti in c.a. ed effettuare le verifiche a taglio degli elementi asta in c.a. e di personalizzare le armature, oltre ad effettuare la verifica di nodi trave - colonna in c.a., occorre disporre del Modulo Strutture Miste 3DM-SMCA di 3DMacro.*

## 1.7. COMPORTAMENTO TRIDIMENSIONALE DEI PANNELLI MURARI 3D (MODULO 3DM-3D)

3DMacro® permette di modellare il comportamento tridimensionale della muratura in modo da cogliere contemporaneamente i meccanismi nel piano e fuori dal piano, nel caso di edifici che per geometria, o per la mancanza ammorsamenti ed elementi di controventamento, resistono al sisma impegnando in modo considerevole le pareti ortogonalmente al proprio piano.

3DMacro® si presta quindi anche alla modellazione di edifici a carattere monumentale, quali chiese o palazzi storici, caratterizzati da notevoli valori di snellezza delle pareti.

## 1.8. CEDIMENTI FONDALI E DIFFERENZIALI (MODULO 3DM-CFD)

Il modulo Cedimenti fondali e differenziali 3DM-CFD consente di assegnare e definire un profilo generico di cedimenti in fondazione e differenziali in elevazione, assegnando uno spostamento generico ad ogni nodo di una regione.

La possibilità di assegnare cedimenti fondali (cfr. § 6.6.5.1) consente riprodurre il quadro fessurativo osservato, mediante analisi statiche non lineari con cedimenti imposti. E' possibile pertanto effettuare la verifica sismica a partire dallo stato dissestato, tenendo conto del fatto che la corretta determinazione dello stato deformativo reale di una struttura influenza sensibilmente la sua capacità.

Il modulo 3DM-CFD consente di assegnare i più svariati profili di cedimento fondale: intermedio, di estremità o d'angolo.



### ATTENZIONE

*Tutte le possibilità di definizione e applicazione di spostamenti (sia fondali, che differenziali in elevazione) sono abilitate solo se si dispone del Modulo Cedimenti 3DM-CFD di 3DMacro.*

## 1.9. VERIFICHE GEOTECNICHE (MODULO 3DM-GEO)

Il modulo geotecnico 3DM-GEO, incluso nel software 3DMacro®, permette l'esecuzione delle verifiche geotecniche di fondazioni superficiali agli stati limite ultimi e di esercizio ai sensi del NTC2018.

Le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) consistono nella verifica della capacità portante del terreno di fondazione (in seguito indicata verifica SLU.GEO.A) e nella verifica per scorrimento sul piano di posa (in seguito indicata verifica SLU.GEO.B). Entrambe le verifiche possono essere condotte sia in condizioni drenate che in condizioni non drenate, ed è inoltre possibile considerare anche la presenza di eventuali falde in fondazione. In particolare la verifica della capacità portante è condotta secondo il classico metodo di Brinch-Hansen (1970-74) e, in condizioni sismiche drenate, secondo i metodi proposti da Paolucci e Pecker (1997) e da Cascone, Carfi, Maugeri e Motta (2004). La verifica per scorrimento sul piano di posa è eseguita secondo il criterio di resistenza di Mohr-Coulomb.

Nelle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) si controlla che i cedimenti, indotti dalle azioni statiche, non eccedano il valore limite stabilito in sede di progettazione, in modo da non attivare danneggiamenti locali o diffusi che possano limitare e compromettere l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto (cfr. § 2.2.2 NTC). Le verifiche possono essere condotte sia per terreni

a grana grossa che per terreni a grana fine. Per i terreni a grana grossa è possibile calcolare i cedimenti secondo i metodi di Schmertmann e di Burland & Burbidge; per i terreni a grana fine i cedimenti possono essere valutati secondo il metodo edometrico ovvero secondo i metodi di Padfield & Sharrock e di Skempton-Bjerrum.



### ATTENZIONE

*La caratterizzazione dei litotipi e delle stratigrafie e l'assegnazione delle proprietà geotecniche alle linee di pianta sono consentite solo se si dispone del Modulo Geotecnica 3DM-GEO di 3DMacro.*

## 1.10. APPLICAZIONE DI RINFORZI STRUTTURALI (MODULO 3DM-RST)

Il modulo 3DM-RST di 3DMacro®, consente di modellare in modo intuitivo ed affidabile le più evolute tecniche di rinforzo strutturale: Rinforzi in FRP, CAM, (sia per pannelli murari che per elementi in c.a.) e CALASTRELLATURE (per elementi in c.a.). E' anche possibile prevedere sistemi di rinforzo di tipo Finre NET per pannelli in muratura, basati sull'utilizzo di reti in fibre di vetro (Ri-Struttura, Reticola Plus e Reticola Twin), Murature armate e gli innovativi sistemi di rinforzo con tecnologia Armox®, basati sull'utilizzo di intonaci fibro-rinforzati (SFRM).



### ATTENZIONE

*Tutti i sistemi di rinforzo sono disponibili se si dispone del modulo rinforzi 3DM-RST di 3DMacro.*

## 1.11. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI E RELAZIONE DI CALCOLO

Il software 3DMacro®, oltre all'elaborazione numerica del modello, fornisce i risultati in un formato di facile lettura ed interpretazione: è possibile visualizzare la risposta del modello ad ogni passo dell'analisi e cogliere, in tal modo, la sequenza della formazione dei meccanismi di rottura dei singoli elementi strutturali. Ciò può dare importanti informazioni per la scelta degli interventi di rinforzo e adeguamento strutturale.

La relazione di calcolo infine riporta in tabulati (di input e di output) tutte le informazioni del modello, dai dati di input (cfr. S13.3) a quelli di output (cfr. S13.3, con particolare riferimento agli spostamenti dei nodi, alle sollecitazioni degli elementi, agli scarichi in fondazione, il tutto arricchito da grafici, da viste piane di ciascuna parete (in configurazione indeformata e deformata), nonché da viste piane ed assonometriche dell'intero modello.

## 1.12. PER LEGGERE QUESTO MANUALE...

Questo manuale si articola in tre principali sezioni corrispondenti alle tre principali fasi di utilizzo del software. Esso è stato pensato sia per consentire una lettura "passo - passo", dalla prima all'ultima pagina, sia per essere sfogliato di volta in volta, affrontando gli argomenti che si rendesse necessario approfondire.

Per un approccio sicuro al software è altresì importante aver prima compreso a fondo i concetti che sono presentati nell'ambito del manuale teorico, che riusciranno a chiarire alcuni aspetti di fondo nell'impostazione del programma.

All'interno del manuale il lettore troverà di volta in volta degli occhiali evidenziati graficamente, utili per mettere a fuoco i concetti che una lettura veloce lascerebbe sfuggire.

Questi appunti sono divisi in tre principali categorie, corrispondenti alle tre vesti grafiche di seguito riportate:

- **ATTENZIONE** indica qualcosa che va considerata con cura, per evitare di incorrere in errori di modellazione



### ATTENZIONE

- **IMPORTANTE** indica un aspetto a cui viene attribuita un'enfasi maggiore rispetto al contesto



### IMPORTANTE

- **APPROFONDIMENTO** indica che stanno venendo coinvolti aspetti teorici delicati. Sono riportati brevemente gli aspetti teorici da considerare, rimandando al manuale teorico. Sono riservati agli utenti più esperti e vengono in genere presentate solo per le opzioni più avanzate.



### APPROFONDIMENTO

## 2. AREA DI LAVORO PRINCIPALE

L'interfaccia utente è semplice ed intuitiva, consente un'agevole visualizzazione e analisi di modelli strutturali anche complessi ed articolati. E' necessario precisare che, in mancanza di adeguate conoscenze sul comportamento delle strutture in muratura (cfr. Manuale Teorico), risulta complesso un utilizzo efficace dello strumento di calcolo, pertanto i manuali messi a disposizione costituiscono un utile, quanto indispensabile, supporto per l'utilizzo del software. Con questa interfaccia 3DMacro® viene proposto agli utenti per effettuare analisi immediate e ricche di contenuti, utili per poter formulare motivate valutazioni sull'effettivo comportamento strutturale degli edifici in muratura e a struttura mista.

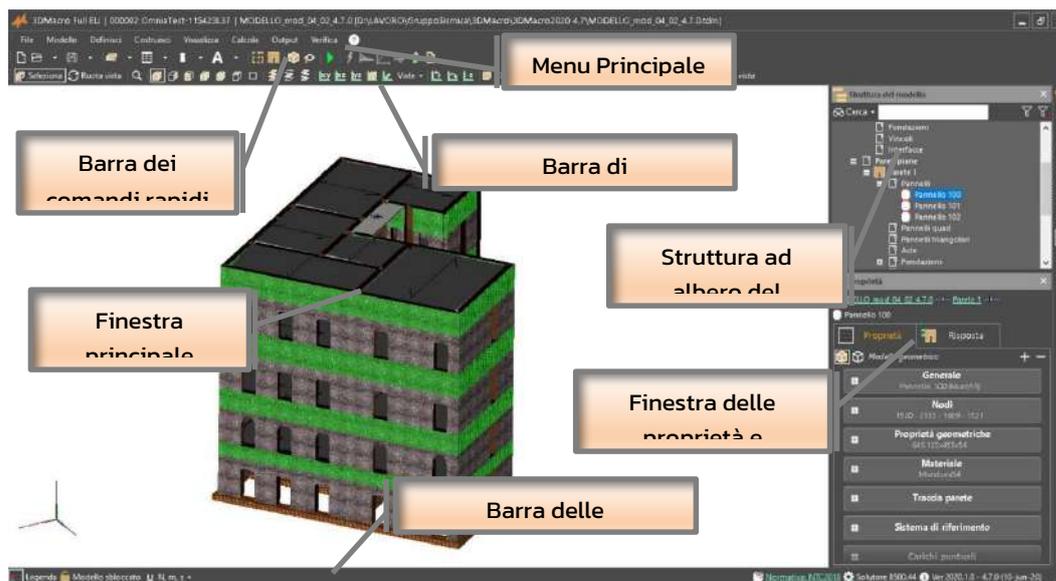


Figura 6. Interfaccia del programma.

L'**area di lavoro principale**, che è la finestra di apertura del programma, è quella nell'ambito della quale possono essere gestite la visualizzazione e le opzioni del modello. Si suddivide nelle seguenti parti:

- Il **menu principale**, posto superiormente (cfr. § 2.1);
- La **barra dei comandi rapidi**, posto sotto il menu principale (cfr. § 2.2);
- La **barra di visualizzazione**, posta sotto la barra dei comandi rapidi (cfr. § 2.4);
- La **finestra centrale** di visualizzazione del modello 3D (cfr. § 2.1);
- La **struttura ad albero** del modello, posta in alto a destra (cfr. § 2.2);
- La **finestra delle proprietà/risposta** degli elementi, posta in basso a destra (cfr. § 2.4);
- La **barra delle informazioni** (cfr. § 2.5).



### ATTENZIONE

Dall'area di lavoro principale è possibile accedere alle funzioni fondamentali del programma: la gestione di tutte le opzioni; l'accesso a tutti i menu, sia della fase di input che di output, dai menu a tendina, o da quelli rapidi; la gestione delle viste tridimensionali del modello, la visualizzazione delle proprietà degli elementi.

Dall'area di lavoro principale non è invece possibile effettuare operazioni geometriche sul modello. L'editing di piante e pareti è gestito da apposite piattaforme grafiche: "editor di

*pianta" (cfr. § 5) ed "editor di parete" (cfr. § 4.4.1), studiati per semplificare e agevolare l'immissione geometrica del modello.*

***E' possibile gestire in maniera coordinata i due ambienti di input per impalcati e per pareti, che risultano di fatto integrati in un unico ambiente di lavoro. Ciò consente una gestione più veloce ed efficace delle operazioni di costruzione e modifica del modello, giacché sarà possibile visualizzare l'editor di parete ovvero quello di pianta, passando da una visualizzazione all'altra immediatamente, senza necessariamente passare per il modello tridimensionale, nell'ambiente principale del programma.***

## 2.1. MENU PRINCIPALE

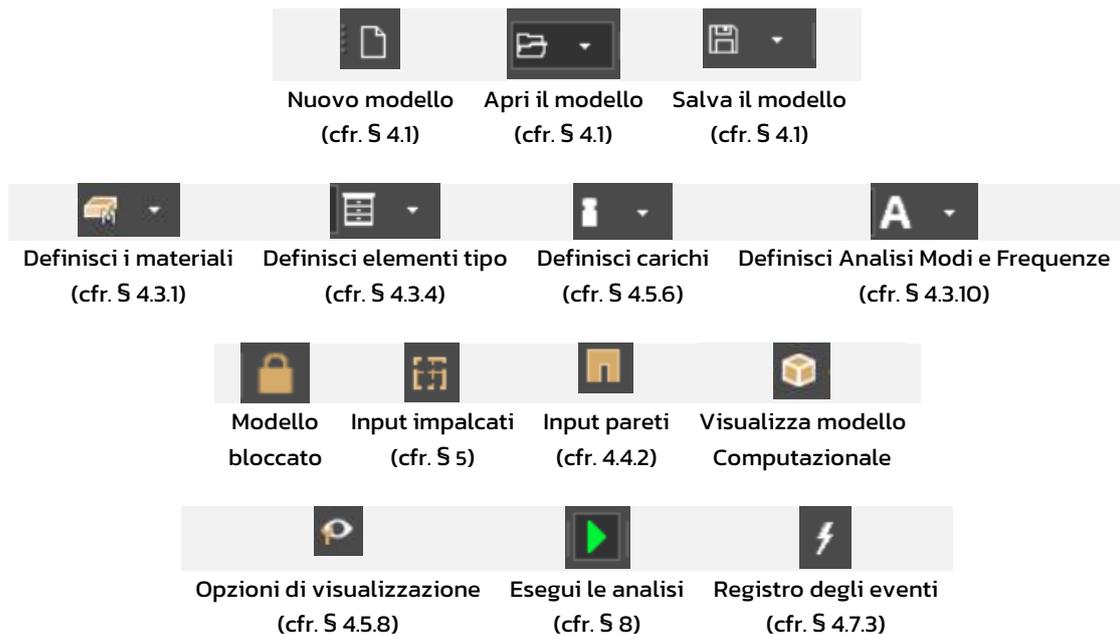
Il **menu principale**, posto in alto, è il menu di controllo e di comando del programma. È costituito dai seguenti menu a tendina:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> File (cfr. § 4.1)       | <input type="checkbox"/> Calcola (cfr. § 4.6)  |
| <input type="checkbox"/> Modello (cfr. § 4.2)    | <input type="checkbox"/> Output (cfr. § 4.7)   |
| <input type="checkbox"/> Definisci (cfr. § 4.3)  | <input type="checkbox"/> Verifica (cfr. § 4.8) |
| <input type="checkbox"/> Costruisci (cfr. § 4.4) | <input type="checkbox"/> ? (cfr. § 4.9)        |
| <input type="checkbox"/> Visualizza (cfr. § 4.5) |  |

Dai singoli menu è possibile accedere a ciascuna funzione e finestra di comando, di seguito descritte specificatamente.

## 2.2. BARRA DEI COMANDI RAPIDI

La barra dei comandi rapidi, posto appena sotto il menu principale, consente di selezionare i comandi più frequenti in maniera immediata.



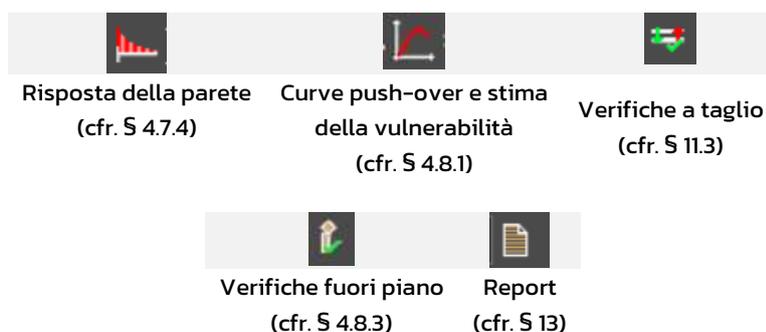
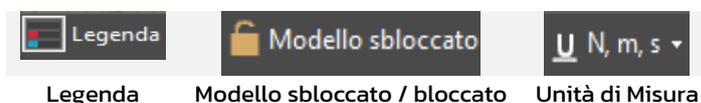


Figura 7. Descrizione dei comandi della barra dei comandi rapidi.

### 2.3. BARRA DELLE INFORMAZIONI

La barra delle informazioni, posta sotto la finestra principale del programma, contiene una serie di informazioni utili di carattere generale sul modello corrente e sulla versione in uso.

Sulla parte sinistra del monitor, in basso, sono riportati i seguenti comandi:

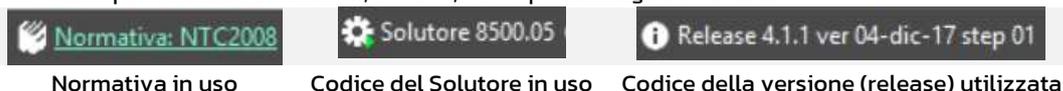


Legenda

Modello sbloccato / bloccato

Unità di Misura

Sulla parte a destra del monitor, in basso, sono riportati i seguenti comandi:



Normativa in uso

Codice del Solutore in uso

Codice della versione (release) utilizzata



#### ATTENZIONE

**Il comando "Modello bloccato" viene visualizzato in fase di output, ossia solo dopo aver eseguito una (o più) analisi. Quando questo comando è attivo, il modello risulta "bloccato", ovvero si attiva il blocco delle finestre che consentono di modificare i dati di input del modello, pertanto, in tale contesto non è possibile accedere agli editor di pianta e di parete. Per poter modificare i dati di input è necessario cliccare su questo comando ("Modello bloccato"): tale azione comporta la perdita di tutti i risultati delle analisi svolte.**

### 2.4. BARRA DI VISUALIZZAZIONE

Sotto la barra dei comandi rapidi, si trova la barra di visualizzazione. In questa toolbar sono presenti alcuni comandi che consentono di modificare le impostazioni di visualizzazione della finestra centrale.



I comandi disponibili in tale menu variano in funzione della **modalità di lavoro** corrente. Quest'ultima può essere scelta, cliccando alternativamente, su uno dei due bottoni posti immediatamente a sinistra sulla stessa barra.



Figura 8. Opzioni per la scelta della modalità di lavoro.

La modalità **'Seleziona'** consente, cliccando sugli elementi del modello, di visualizzarne le proprietà, mentre la modalità **'Ruota vista'** consente di variare la vista, e osservare in maniera più dettagliata il modello. **Le due modalità sono alternative l'una all'altra.**

In modalità Ruota Vista, per ruotare la vista del modello occorre cliccare con il bottone sinistro del mouse e trascinare, come indicato sulla barra degli strumenti.



Figura 9. Opzioni per la scelta della modalità di lavoro.



### ATTENZIONE

**Se uscendo dagli ambienti di modellazione e tornando all'ambiente principale non viene visualizzato il modello tridimensionale, occorre portarsi nelle viste piane e poi utilizzare i comandi ruota vista o altre viste assonometriche. In alternativa cliccare sul tasto F3 da tastiera per estensione dell'area grafica e visualizzazione corretta del modello.**

I comandi di seguito riportati sono visibili con qualsiasi modalità di lavoro. Questi comandi riguardano le viste rapide del modello e sono di seguito riportati:



Zoom  
tutto



Visualizza tutte le pareti	Visualizza solo la parete selezionata	Visualizza solo la parete selezionata nella vista piana	Visualizza solo la parete precedente nella vista piana	Visualizza solo la parete successiva nella vista piana	Visualizza solo gli elementi fuori piano	Nascondi la parete selezionata
----------------------------------	--	--	---	---	--	--------------------------------------



Visualizza tutti i solai	Visualizza solo il solaio selezionato	Nascondi il solaio selezionato
-----------------------------	---	--------------------------------------



Visualizza il modello nel piano xy	Visualizza il modello nel piano xz	Visualizza il modello nel piano yz	Visualizza solo la parete selezionata nella vista piana	Menu Viste	Ruota vista di 45° in senso antiorario	Ruota vista di 45° in senso orario	Visualizza vista con asse z opposto a quella corrente
---	---	---	--	------------	--	---	--

## 2.1. FINESTRA CENTRALE DI VISUALIZZAZIONE

La finestra principale di visualizzazione rappresenta l'area principale, ed è destinata alla visualizzazione tridimensionale del modello.

In fase di input è destinata alla visualizzazione delle proprietà degli elementi, alla verifica della bontà della geometria immessa, e all'osservazione del modello computazionale.

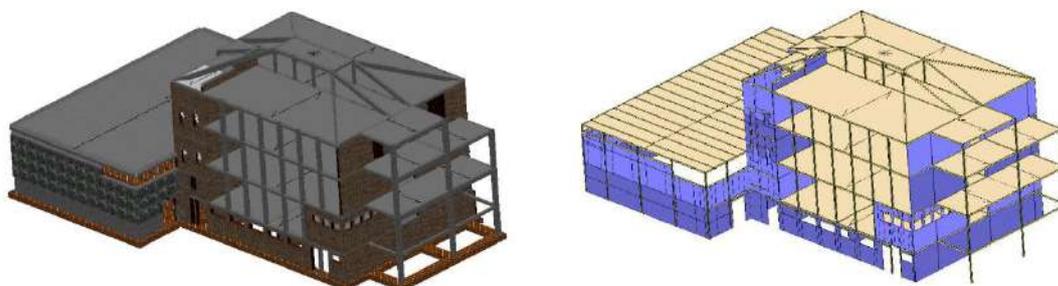


Figura 10. Vista tridimensionale del modello geometrico e computazionale di un edificio

In fase di output vengono visualizzate nell'ambiente principale del programma la configurazione deformata della struttura (visualizzazione della risposta in termini di deformazione e di danno), ed evidenziati i rispettivi indicatori di danno su pannelli ed aste, sia in vista tridimensionale che con vista piana delle singole pareti.

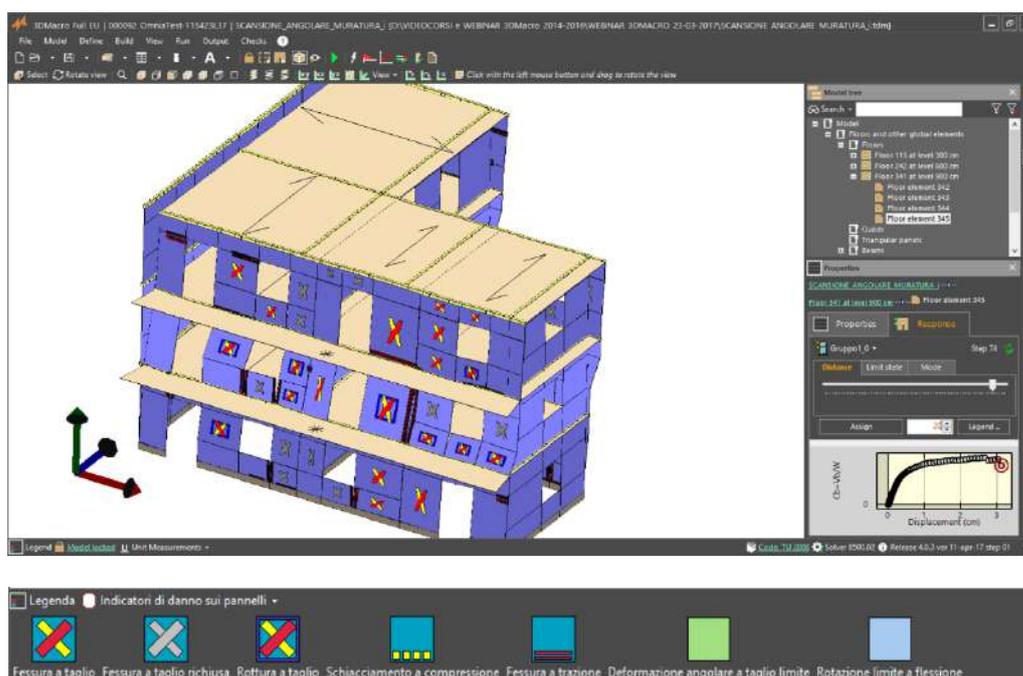


Figura 11. Vista tridimensionale della configurazione deformata, con indicatori di danno

### 2.1.1. COMANDI RAPIDI DA TASTIERA

Nell'ambito della finestra centrale di visualizzazione è possibile attivare alcune funzioni attraverso i comandi veloci ossia digitando sulla tastiera determinati tasti o combinazioni di tasti. Le principali funzioni per i quali sono disponibili i comandi veloci sono:

Ctrl + n: Nuovo modello	Ctrl + l: Definisci carichi
Ctrl + o: Apri modello	Ctrl + u: Definisci analisi
Ctrl + s: Salva modello	Ctrl + i: Input impalcati
Ctrl + m: Definisci materiali muratura	Ctrl + p: Input pareti
Ctrl + a: Definisci altri muratura	F3: Zoom tutto
Ctrl + t: Definisci elementi tipo	Alt+c: Alterna la visualizzazione dal modello computazionale al modello geometrico
Ctrl + d: Definisci condizioni di carico	Ctrl + F5: Esegui analisi

Si fa notare che dai menu estesi a tendina è possibile rilevare, nella descrizione del comando, la combinazione dei tasti che attiva il relativo comando veloce.

## 2.2. MENU CONTESTUALE

Alcune procedure, descritte nel prosieguo del presente manuale, possono essere avviate attraverso i menu contestuali relativi a ciascuna tipologia di oggetto (cfr. § 1.1.1). Tali menu possono essere avviati selezionando, con il tasto destro del mouse, gli oggetti visualizzati nella finestra centrale di visualizzazione (cfr. § 2.1). Ovviamente, per selezionare gli oggetti, è necessario che la modalità di lavoro sia impostata su "seleziona", cliccando sull'apposito comando ubicato nella barra dei comandi rapidi (cfr. § 2.2). I menu contestuali presentano i seguenti comandi, per ciascuna tipologia di oggetto.

### 2.2.1. MENU CONTESTUALE PANNELLO MURARIO

I comandi disponibili nel menu contestuale relativo ai pannelli murari sono:

- **Pannello [..]**: riporta il numero identificativo del pannello murario selezionato.
- **Edita Parete [..]**: avvia l'editor di parete per la modifica della parete numero ove è contenuto il pannello X. Questo comando è disponibile solo in fase di input.
- **Seleziona parete**: questo comando permette la selezione di tutti gli oggetti della parete che contiene il pannello.
- **Edita formato [..]**: apre la finestra definisci elemento-tipo per la modifica o la visualizzazione delle proprietà dell'elemento-tipo assegnato al pannello murario selezionato (cfr. § 4.3.5.1).
- **Imposta nodo di controllo**: consente di impostare i nodi del pannello come "nodi di controllo" per la stima di vulnerabilità (cfr. § 11.1.5.2).
- **Risposta della parete....**: apre la finestra per la visualizzazione della risposta strutturale del pannello murario selezionato e della parete a cui esso appartiene (cfr. § 4.7.4.1). Questo comando è disponibile in fase di output, dopo aver eseguito le relative analisi.

### 2.2.2. MENU CONTESTUALE ASTE

I comandi disponibili nel menu contestuale relativo alle aste sono:

- **Asta [..]**: riporta il numero identificativo dell'asta selezionata.

- **Edita Parete [..]** : avvia l'editor di parete per la modifica della parete numero, ove è contenuto l'asta. Questo comando è disponibile solo in fase di input.
- **Edita formato [..]** : apre la finestra definisci elemento-tipo per la modifica o la visualizzazione delle proprietà dell'elemento-tipo assegnato all'asta selezionata (cfr. § 4.3.5.3).
- **Dettaglio armatura**: apre la finestra di visualizzazione e modifica del dettaglio armatura dell' asta selezionata (cfr. § 11.3.1).
- **Imposta nodo di controllo**: consente di impostare i nodi iniziale e/o finale dell'asta come "nodo di controllo" per la stima di vulnerabilità (cfr. § 11.15.2).
- **Risposta della parete**: apre la finestra per la visualizzazione della risposta strutturale dell'asta selezionata e della parete a cui essa appartiene (cfr. § 4.7.4.2). Questo comando è disponibile in fase di output, dopo aver eseguito le relative analisi.

### 2.2.3. MENU CONTESTUALE SOLAI

I comandi disponibili nel menu contestuale relativo ai solai sono:

- **Elemento di solaio [..]**: riporta il numero identificativo del solaio selezionato.
- **Seleziona Solaio [..]**: questo comando permette la selezione di tutti gli elementi di solaio ubicati alla stessa quota del solaio selezionato.
- **Edita impalcato a quota [..]** : avvia l'editor di piano per la modifica della pianta dell'edificio sottostante la quota (espressa in cm) ove è contenuto il solaio.
- **Imposta nodo di controllo**: consente di impostare i nodi d'angolo del solaio come "nodi di controllo" per la stima di vulnerabilità (cfr. § 11.15.2).

### 2.2.4. MENU CONTESTUALE FONDAZIONE

I comandi disponibili nel menu contestuale relativo ai vincoli sono:

- **Fondazione [..]**: riporta il numero identificativo della fondazione selezionata.
- **Edita Parete [..]**: avvia l'editor di parete per la modifica della parete ove è contenuta la fondazione.
- **Risposta della trave di fondazione**: apre la finestra per la visualizzazione della risposta strutturale della fondazione selezionata e della parete a cui essa appartiene (cfr. § 4.7.4.2). Questo comando è disponibile in fase di output, dopo aver eseguito le relative analisi.

## 2.3. FINESTRA STRUTTURA AD ALBERO DEL MODELLO

Questa finestra consente di avere accesso a tutti gli elementi del modello e visualizzarne le proprietà nella finestra sottostante. E' alternativa alla selezione nell'area principale di lavoro. Si presenta molto ordinata e razionale. Da essa si accede alla struttura logica con cui opera il programma.

Dal modello vengono derivate alcune entità, la principale delle quali è rappresentata dalla lista di pareti piane, che a loro volta contengono le liste degli elementi che in essa si trovano.

Dalla parete sarà pertanto possibile accedere ai singoli elementi, siano essi pannelli murari, aste, vincoli ecc.

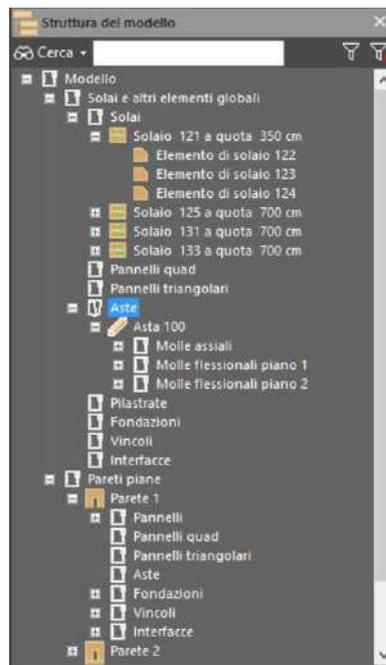


Figura 12. Struttura ad albero del modello.

Il numero delle pareti è visualizzabile anche nell'editor di pianta (cfr. § 5.3.3.4) e nell'editor di parete (cfr. § 4.4.2).

**Per cercare** un elemento del modello (parete, pannello, solaio, asta, fondazione, vincoli, interfacce), basta digitare nella casella di testo cerca il nome dell'elemento, eventualmente seguito dal numero identificativo dell'elemento. Ad esempio digitando il nome "asta" verranno elencate tutte le aste appartenenti al modello.



Figura 13. Funzione cerca.

## 2.4. FINESTRA DELLE PROPRIETA' DEGLI ELEMENTI

La finestra delle proprietà degli elementi, posta in posizione immediatamente inferiore alla finestra diagramma ad albero, ricopre una duplice funzione. Essa consente la verifica sia geometrica dell'elemento selezionato, che delle assegnazioni effettuate.

In fase di input indica i dati meccanici e geometrici dell'elemento selezionato, mentre in fase di output riporta la corrispondente risposta in termini di spostamenti, rotazioni, sollecitazioni, etc... allo step di analisi o allo stato limite selezionato

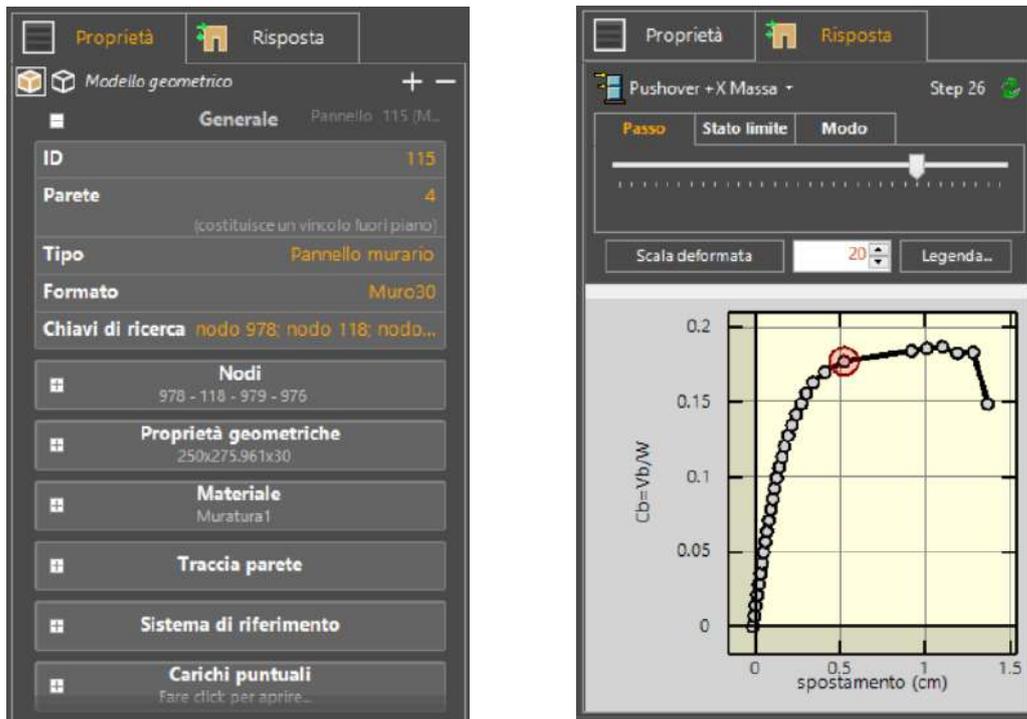


Figura 14. Finestre delle proprietà in modalità input ed output.

Le proprietà visualizzate cambiano in funzione del tipo di elemento selezionato, e racchiudono in generale sia le proprietà geometriche, sia le assegnazioni che riguardano l'elemento.

In fase di output, verranno visualizzate le curve di capacità (push-over), ottenute da ciascuna elaborazione (cfr. § 10.6).

All'interno della finestra è presente un menu a tendina da cui è possibile selezionare una delle analisi precedentemente elaborate.

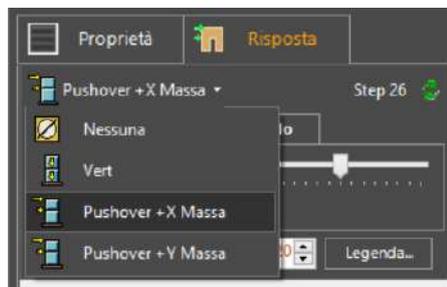


Figura 15. Menu a tendina seleziona analisi.

Subito sotto è possibile scegliere tre schede corrispondenti a tre diverse modalità di visualizzazione dei passi delle analisi della curva di capacità:

- Scheda "**Passo**": in questa modalità è possibile selezionare i vari passi dell'analisi non lineare. Tali passi sono evidenziati nel grafico della curva push-over con dei cerchetti di colore grigio e sono selezionabili sia cliccando direttamente sugli stessi, sia attraverso il cursore posto sopra il grafico:



Figura 16. Cursore di selezione di un passo dell'analisi push-over.

- Scheda **"Stato limite"**: in questa modalità è possibile selezionare il passo dell'analisi non lineare in visualizzazione corrente, in corrispondenza degli stati limite definiti nella finestra delle impostazioni generali (cfr. § 4.2.1.6)



Figura 17. Selezione passo dell'analisi i corrispondenza degli stati limite.

- Scheda **"Modo"**: in questa modalità è selezionabile il modo di vibrazione e la scala di amplificazione della forma modale.



Figura 18. Selezione modo dell'analisi modi e frequenze.

In ciascuna delle modalità di visualizzazione, la selezione di ciascun passo di analisi (o di un modo) comporta la visualizzazione della corrispondente configurazione deformata del modello nella finestra centrale (cfr. § 2.1).

## 2.5. BARRA DELLE INFORMAZIONI

Nella barra delle informazioni, posta in basso a sinistra della finestra principale, sono indicate alcune informazioni di carattere molto generale che è bene aver sempre presente. Da sinistra le informazioni riportate sono:

- Legenda per la lettura dei meccanismi di rottura per pannelli ed aste in configurazione deformata
- Il lucchetto indica se il modello è in fase di input (modalità sbloccata) o in fase di output (modalità bloccata)
- Selezione unità di misura
- Indicazione della normativa adottata
- Indicazione della versione del solutore che si sta utilizzando
- Indicazione della versione dell'interfaccia che si sta utilizzando



Figura 19. Barra delle informazioni.

## 2.6. AGGIORNAMENTO SOFTWARE ON LINE

3DMacro® è dotato di un sistema automatico di aggiornamento del software attraverso una semplice connessione ad internet. L'interfaccia avvisa la presenza di eventuali aggiornamenti con un'icona presente nella barra di windows, posto accanto all'orologio:

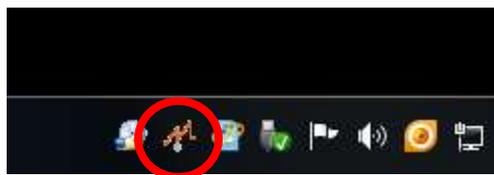


Figura 20. Avviso di aggiornamenti disponibili.

Nel caso siano presenti degli aggiornamenti viene chiesto all'utente la chiusura del programma: comando disponibile anche da menu File (cfr. § 4.1). Successivamente si avvierà, dopo qualche secondo, il programma degli aggiornamenti che guiderà l'utente all'installazione degli stessi. Tale procedura potrà essere avviata manualmente cliccando sul menu ? > scarica aggiornamenti di 3DMacro > Cerca aggiornamenti su internet (cfr. § 4.9). La procedura di aggiornamento è descritta nel dettaglio nel successivo paragrafo.

## 2.7. INSTALLAZIONE/AGGIORNAMENTO DI 3DMACRO

Gruppo Sismica ha messo a disposizione dei propri utenti un nuovo e più evoluto strumento di gestione delle licenze dei programmi, integrato nell'ambiente di lavoro principale, che consente una migliore e più semplice gestione dell'installazione ed aggiornamento delle licenze di tutti i software, utilizzando un unico set di credenziali, valide per tutti i prodotti.

Il sistema di gestione delle licenze è composto da due strumenti:

- un portale on-line LMS (Licensing Manager System), con area riservata all'utente, che consente di visualizzare in ogni momento le informazioni e lo stato delle licenze dei prodotti Gruppo Sismica e di accedere alla sezione dedicata ai ticket on-line.
- un'applicazione che va installata sul proprio PC, Gruppo Sismica Manager, che consente di gestire tutte le licenze dei prodotti Gruppo Sismica (attivare, disattivare la licenza, cambiare postazione di lavoro). Questo strumento va a sostituire integralmente il tool 3DMacro Manager.

Occorre precisare che con l'attivazione del nuovo sistema di gestione licenze Gruppo Sismica Manager, il vecchio 3DMacro Manager dovrà essere disinstallato e, comunque, non potrà più essere utilizzato. In ogni caso, se l'utente dovesse avviare uno dei vecchi tools, il sistema provvederà comunque a reindirizzare verso l'utilizzo del nuovo sistema di attivazione/gestione delle licenze.

Ricordiamo che tutte le operazioni di installazione e gestione del tool Gruppo Sismica Manager possono essere effettuate solo da utente in possesso dei privilegi di amministratore del sistema.

### 2.7.1. PORTALE LMS - LICENSING MANAGER SYSTEM

Il portale **LMS (Licensing Manager System)** di Gruppo Sismica è una piattaforma web di gestione delle licenze dei software di Gruppo Sismica, che consente di visualizzare e gestire le licenze software e di inviare eventuali richieste di assistenza e/o informazioni, mediante una gestione di ticket-online.

Il nuovo sistema di gestione dell'assistenza, garantisce un contatto diretto ed una più efficace interazione tra il nostro staff e l'utenza e va a sostituire integralmente le precedenti procedure di segnalazione, basate sull'invio delle email alla casella di posta [info@grupposismica.it](mailto:info@grupposismica.it).

Il portale web consente, inoltre, di visualizzare e monitorare le licenze installate, la loro scadenza, la macchina su cui sono installate ed altre utili informazioni per una migliore fruizione ed esperienza nell'uso dei prodotti Gruppo Sismica.

Di seguito si riportano tutte le informazioni necessarie per una migliore navigazione ed utilizzo della piattaforma.

#### 2.7.1.1. PRIMO ACCESSO AL PORTALE LMS – LICENSING MANAGER SYSTEM

Il primo accesso al portale on-line LMS avviene tramite le credenziali ricevute per email da Gruppo Sismica. L'utente viene reindirizzato al nuovo portale web LMS <http://www.lms-grupposismica.it/web/> e vengono comunicate le credenziali:

USERNAME:xxxxxxxxxxxxx@xxxxxxxxxx.xx

PASSWORD:XXXXXXXXXX

Si suggerisce di modificare la password al primo accesso.

E' importante precisare che il nuovo sistema di licenze deve essere utilizzato da tutti coloro che utilizzano i nostri prodotti, ovvero sia da chi possiede un contratto di assistenza e aggiornamenti in corso di validità, sia da chi ha un contratto assistenza/aggiornamento scaduto.

Di seguito vengono riportate le operazioni da effettuare per migrare dal vecchio al nuovo sistema di gestione licenze.

1. Disinstallare il vecchio software di gestione licenze (3DMacro Manager per 3DMacro e HiStrA Manager per HiStrA). Non è necessario disinstallare la/e licenza/e attiva/e sulla vostra postazione di lavoro, infatti, dopo aver installato il nuovo tool Gruppo Sismica Manager, tutte le licenze saranno automaticamente riconosciute. In ogni caso, all'avvio dei vecchi tool 3DMacro Manager ed HiStrA Manager, l'utente sarà automaticamente re-indirizzato al nuovo sistema di gestione.
2. Scaricare e installare il nuovo tool Gruppo Sismica Manager (che consente di gestire tutte le licenze di tutti i prodotti Gruppo Sismica) (v. § 3.1). Per scaricare il tool occorre accedere prima al Portale Gruppo Sismica Manager, mediante le operazioni riportate al successivo paragrafo (v. § 2.1) e seguire il link presente sulla Home Page.
3. Avviare il tool Gruppo Sismica Manager dal proprio PC, accedendo con le proprie credenziali (email e password) ricevute per e-mail (v. § 3.1.3). A questo punto sarà possibile gestire in maniera semplice ed intuitiva tutte le licenze. Si precisa che tutte le licenze già attive sulla propria postazione di lavoro saranno riconosciute e non sarà necessario eseguire ulteriori operazioni.
4. Qualora si intenda utilizzare versioni dei nostri prodotti 3DMacro e HiStrA Archi e Volte, antecedenti al 01/04/2019 (versioni precedenti fino alla 4.4.1 per 3DMacro e fino alla 5.1.0 per HiStrA Archi e Volte) sarà necessario prima scaricare ed eseguire una patch che aggiorna le precedenti release. Questa operazione si rende necessaria per il riconoscimento delle licenze installate. La patch è scaricabile dal link "Download PatchLicense" riportato sulla Home page del portale Gruppo Sismica Manager (v. § 2.3). Dopo aver scaricato la patch, eseguirla per aggiornare i software installati.

Gli utenti del software HiStrA Bridges, invece, devono disinstallare le versioni rilasciate prima del 30 Marzo 2019, mediante il pannello di controllo di Windows, ed installare le nuove versioni disponibili, utilizzando il tool Gruppo Sismica Manager (v. § 3.3).

E' importante ricordare che a partire dal 30 Marzo 2019 il vecchio sistema di licensing (mediante 3DMacro Manager e HiStrA Manager) non è più operativo. L'utente sarà pertanto automaticamente reindirizzato al nuovo sistema.



Figura 21. Accesso al portale LMS.

#### 2.7.1.2. RECUPERO PASSWORD DI ACCESSO AL PORTALE LMS

Se non si ricorda o non si ha a disposizione la Password, è possibile rigenerarla, inserendo l'username (l'indirizzo email con cui si è stati registrati – coincidente con l'indirizzo email di attivazione delle licenze) e cliccando sulla voce corrispondente "Password dimenticata?".

Nel form corrispondente, inserire la email e cliccare sul pulsante RECUPERA. Verrà inviata una email all'indirizzo indicato.



Figura 22. Recupero password

Cliccare su OK ed accedere alla propria casella di posta elettronica. Seguire il link riportato sulla email, per resettare la password. Cliccando sul link, il sistema reindirizza alla finestra su cui devono essere inseriti i nuovi dati per la registrazione. Indicare l'username (email con cui si è stati registrati) e la nuova password<sup>1</sup>; confermare e cliccare su OK.

Confermare password e cliccare su RESET.

<sup>1</sup> La Password deve contenere almeno un numero, un carattere maiuscolo, uno minuscolo, ed un carattere speciale tra ! % \* ? & .



Figura 23. Reset password e conferma nuova password

Cliccare sul pulsante SUBMIT per confermare. Cliccare su CANCEL per tornare al passo precedente.

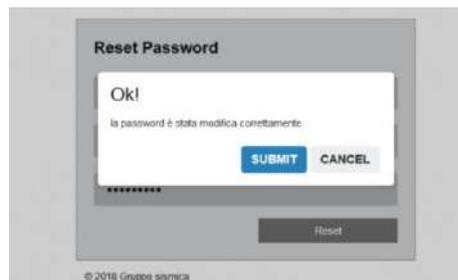


Figura 24. Completamento delle operazioni di recupero password.

### 2.7.1.3. FINESTRA PRINCIPALE DEL PORTALE LMS

La finestra principale del portale LMS è costituita da:

- La barra informazioni in alto
- Il menu a sinistra
- 

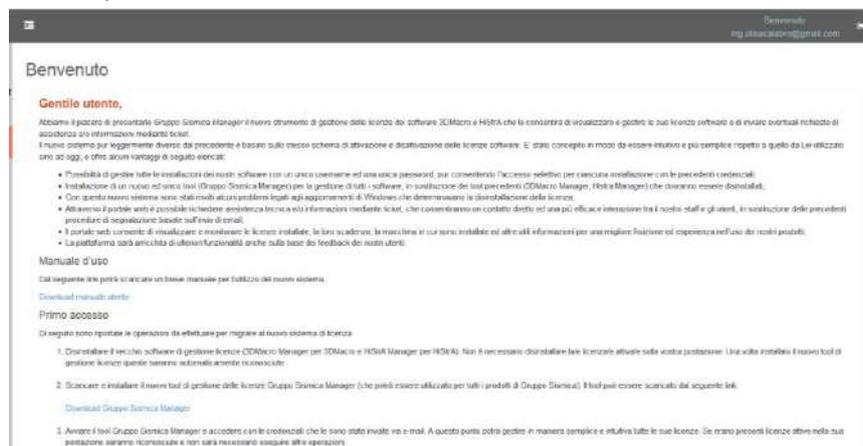


Figura 25. Portale LMS per la gestione delle licenze e la richiesta di assistenza tramite Tickets – home page



Dal menu a sinistra è possibile accedere alle varie sezioni, le cui funzionalità e contenuti vengono chiarite nei successivi paragrafi:

- **Home**
- **Licenze**
- **Tickets**

Sulla barra informazioni in alto sono disponibili i seguenti comandi:

	Consente di espandere / ridurre la vista del menu a sinistra
	Riporta l'USERNAME. Cliccando sul comando è possibile accedere al form di modifica password
	Consente di accedere alla procedura di modifica password
	Consente di uscire dal portale web effettuando il logout.

#### 2.7.1.4. MODIFICA PASSWORD

Dopo aver effettuato l'accesso, per modificare la password occorre cliccare sull'User Name in alto a sinistra, sulla barra dei comandi e, dal menu a discesa, selezionare la voce *Modifica Password*.

Figura 26. . Modifica Password da portale LMS

Inserire la Vecchia Password nel campo corrispondente e indicare e ripetere la Nuova Password<sup>2</sup> nei campi rispettivi. Cliccare sul tasto Modifica.

<sup>2</sup> La password deve contenere almeno un numero, un carattere maiuscolo, uno minuscolo, ed un carattere speciale tra ! % \* ? & . Se la password non supera il controllo viene rilasciato un alert dal sistema.

## 2.7.1.5. LICENZE

Nella pagina **Licenze** è riportato l'elenco delle licenze software intestate all'utente. I filtri di visualizzazione consentono di gestire il massimo numero di righe (licenze) visualizzabili sulla pagina, mentre il campo Cerca consente di effettuare una ricerca testuale.

Nella tabella sono riportate:

-  **Stato** Attivata / Disattivata
- Id** Identificativo licenza. Per le licenze di 3DMacro che prevedono due postazioni di lavoro, una con il report attivo e l'altra senza report, l'identificativo della licenza è univoco per ogni postazione.
- Software** Nome software e tra parentesi la versione (Extended o Extended no report, Educational, Startup o Startup no report, etc...). La voce "No report" indica che la licenza attiva è quella senza stampe attive.
- Scadenza aggiornamenti** Data scadenza servizio annuale di aggiornamenti automatici e assistenza tecnica
- Scadenza licenza** Data scadenza della licenza d'uso del software.
- Macchina** Nome PC su cui è attiva la licenza in uso.
- Dettagli** Apre il form contenente ulteriori dettagli della licenza.

E' opportuno chiarire che tutte le operazioni di attivazione/disattivazione delle licenze operate dall'utente sono eseguibili unicamente dal tool Gruppo Sismica Manager (v. § 2.1.4), mentre dal portale è possibile solo visualizzarne lo stato e reperire ogni altra informazione.

Inoltre, si ricorda che le operazioni attivazione e disattivazione possono essere eseguite solo da chi dispone dei requisiti di amministratore del sistema.



Figura 27. Sezione Licenze da portale LMS

Cliccando sul comando **Dettagli**  si accede alla finestra dei dettagli della licenza, che comprende tre tabelle:

- Informazioni di base
- Informazioni licenza
- Informazioni su moduli e configurazione

## 2.7.1.5.1. INFORMAZIONI LICENZE

Nella presente scheda vengono riportate:

- License code** codice licenza. Ricordiamo che nel caso in cui una licenza preveda due postazioni di lavoro – una con report e l'altra "noreport" – il license code è univoco. Ogni licenza ha il suo license code specifico.
- email** username utente, coincidente con la email su cui si ricevono le notifiche di attivazione/disattivazione della licenza software.
- User name** user name licenza software.
- Password** password attivazione/disattivazione licenza software
- Token** codice di attivazione licenza (activation code). Viene trasmesso per email quando si richiede la attivazione/disattivazione del prodotto.

**Data ultima modifica** data in cui l'utente o chi gestisce le licenze ha apportato ultima modifica alla licenza medesima.

**Software** Nome software (*3DMacro, HiStrA Archi e Volte, HiStrA Bridges*)

**Versione** Nome Configurazione del software. Ad esempio *3DMacro Extended* o *3DMacro Startup*, etc...

**Data fine validità** Data fine validità della licenza del software.

INFORMAZIONI DI BASE	
License Code	codice licenza
email	Username accesso al portale
username	Username Licenza Software
password	Password Licenza Software
token	Codice Attivazione Licenza
data ultima modifica	19 / 07 / 2012
Software	3DMacro
Versione	2 - Extended
Data di fine validità	30 / 01 / 2009

Figura 28. Informazioni di base della licenza software

#### 2.7.1.5.2. INFORMAZIONI LICENZA SOFTWARE

Nella presente scheda vengono riportate:

INFORMAZIONI LICENZA	
email	email attivazione licenza
Stato	ATTIVA
Nome Macchina	UTENTE-PC
Data Attivazione	20/11/2018

Figura 29. Informazioni sullo stato della licenza

**email** email attivazione/disattivazione licenza. E' l'indirizzo email su cui si ricevono le notifiche di attivazione/disattivazione della licenza software.

**Stato** Stato licenza (Attiva / Disattiva). Indica se la licenza è attiva o disattiva.

**Nome macchina** Nome PC su cui risulta attiva la licenza software.

**Data attivazione** Data attivazione della licenza software.

#### 2.7.1.5.3. MODULI E CONFIGURAZIONI

Nella presente scheda vengono riportati i dettagli dei moduli di cui si compone il software.

In particolare vengono indicati, per ciascun modulo, la data di scadenza Aggiornamento/Assistenza e data scadenza licenza. Nell'ultima colonna il ceck indica che il modulo è attivo sulla licenza in uso.

I dati della tabella non sono editabili.

MODULO	NOME	SCAD. AGGIORNAMENTI	SCAD. LICENZA	ATTIVO
CD	Modulo Codimenti	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>
MD	Modulo 3D	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>
ME	Modulo Euro	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>
MG	Modulo Geotecnico	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>
RS	Modulo Rinforzi	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>
RS	Modulo Furti Piena	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>
SM	Modulo Strutture Metc	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>
VB	Modulo Vulnerabilità	30 / 10 / 2019	10 / 01 / 2099	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 30. Moduli e configurazioni della licenza software

**MODULO** codice identificativo del modulo

**NOME** nome esteso del modulo

**SCAD. AGGIORNAMENTI** data di scadenza del servizio aggiornamento e assistenza

**SCAD. LICENZA** data di fine validità della licenza dei singoli moduli.

Ricordiamo che servizio di assistenza e aggiornamento ha scadenza annuale – alla data di scadenza sarà comunque possibile utilizzare i prodotti software, ma non sarà possibile usufruire degli aggiornamenti periodici automatici, né sarà possibile usufruire del servizio assistenza.

#### 2.7.1.6. TICKETS

Nella pagina Ticket è possibile richiedere assistenza aprendo un nuovo ticket e gestire i ticket pregressi.

Nella tabella viene riportato:

**Id** Identificativo richiesta.

**Data apertura** Data creazione del ticket.

**Data chiusura** Data chiusura ticket, coincidente con la data in cui viene restituita risposta. (assistenza evasa)

**Tipo Richiesta** Selezione del tipo richiesta: preventivo, assistenza software *3DMacro*, *HiStrA Archi e Volte*, *HiStrA Bridges*, Amministrazione.

**Stato** Indica lo stato della richiesta (Open / Close). Non appena la richiesta viene evasa, lo stato passa a "Close". Se l'utente richiede altri dettagli sulla stessa richiesta, lo stato passa nuovamente a Open e la richiesta viene ri-assegnata.

**Apri ticket** Apre i dettagli del ticket. Accedendo ai dettagli del Ticket è possibile vedere tutta la cronologia dei messaggi da e per il servizio assistenza.

ID	DATA APERTURA	DATA CHIUSURA	TIPO RICHIESTA	STATO	APRI TICKET
24	21/3/2019		Richiesta preventivo	open	
25	27/3/2019		Richiesta preventivo	open	
27	27/3/2019		Richiesta preventivo	open	
28	27/3/2019		Richiesta preventivo	open	
29	27/3/2019		Richiesta preventivo	open	

Figura 31. Richiedere assistenza a Gruppo Sismica tramite il servizio Ticket dal portale LMS

Clickando sul bottone “CREA TICKET” è possibile generare una nuova richiesta di assistenza e/o informazioni.

Figura 32. Crea nuovo Ticket

Nel form “Nuovo Ticket” devono essere indicati i seguenti dati:

- Tipologia:** tipologia richiesta. Selezionare una voce dal menu a discesa.
- Numero Licenza:** selezionare il numero licenza.
- Oggetto:** indicare oggetto richiesta.
- Messaggio:** scrivere il corpo del messaggio.
- Allegato:** consente di allegare un file. (se occorre allegare più file, si suggerisce di comprimere tutti i file in una cartella compressa e trasmettere il file .zip).

Dopo aver compilato i campi, cliccare sul pulsante **INVIA TICKET** per inviare. Il messaggio sarà inoltrato al servizio assistenza di Gruppo Sismica. L’utente riceverà una notifica via email sulla trasmissione del ticket.

Se si vuole uscire senza inviare il ticket, cliccare su Ticket dal menu principale.

## 2.7.2. INSTALLAZIONE DEL TOOL GRUPPO SISMICA MANAGER

Dopo aver effettuato l’accesso al portale LMS (Licensing Manager Sistem) di Gruppo Sismica <http://www.lms-grupposismica.it/web/> scaricare ed installare **Gruppo Sismica Manager** il tool che consente di:

- Installare i software Gruppo Sismica;
- Gestire, ovvero Attivare/Disattivare le Licenze;
- Aggiornare le versioni in uso, o scaricare altre versioni disponibili.



Figura 33. Avvio della Installazione guidata di Gruppo Sismica Manager

Dopo aver effettuato il download del file di setup, eseguire il file e procedere con l'installazione.

Questa procedura può essere effettuata solo se l'utente dispone dei privilegi di amministratore del sistema. Seguire la procedura; cliccare sul bottone AVANTI.

Selezionare la cartella di installazione e procedere con la procedura.

Alla fine della procedura guidata, cliccare sul bottone CHIUDI.

Dopo aver completato la installazione, verrà creato sul desktop il collegamento per poter eseguire il programma Gruppo Sismica Manager.

### 2.7.3. RIPRISTINO/DISINSTALLAZIONE DI GRUPPO SISMICA MANAGER

Se *Gruppo Sismica Manager* è stato già installato, avviando il file di setup è possibile eseguire le procedure ripristino o rimozione dell'applicazione dal proprio PC.

Scegliere una delle opzioni desiderate, e cliccare sul bottone FINE per completare la procedura.

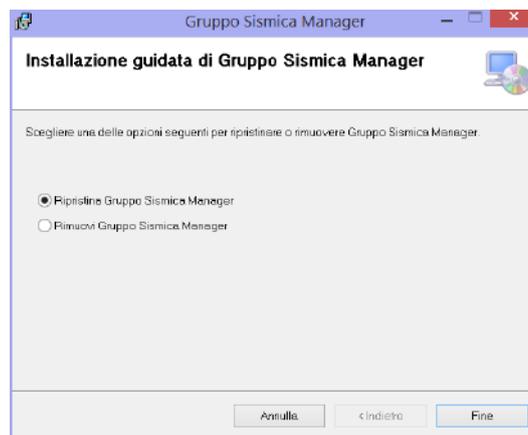


Figura 34 Ripristino o disinstallazione di Gruppo Sismica Manager

### 2.7.4. PRIMO UTILIZZO DI GRUPPO SISMICA MANAGER



Avviare Gruppo Sismica Manager<sup>3</sup>.

Dopo aver completato la procedura di installazione, un link viene automaticamente creato sul desktop.

Avviato *Gruppo Sismica Manager*, occorre inserire le proprie credenziali per accedere all'applicazione.

Se si dispone di più di un account, selezionare l'account dal menu a tendina, quindi inserire *User Name* e *Password*.



<sup>3</sup> Occorre avviare il tool *Gruppo Sismica Manager* come Amministratore (seleziona l'icona con tasto destro del mouse e scegliere "Avvia come amministratore")

Le credenziali sono quelle fornite da Gruppo Sismica per e-mail alla prima attivazione.

Ricordiamo che è possibile accedere al tool di attivazione Gruppo Sismica Manager (e con esclusivo riferimento al tool di attivazione/gestione licenze e non già al portale Gruppo Sismica Manager on line) utilizzando anche le credenziali di accesso, già in proprio possesso, relative ai vecchi tools *3DMacro Manager* o *HISTRAManager*, utilizzati precedentemente per la gestione licenze dei singoli prodotti. *Dette credenziali di accesso però sono limitate alla gestione del singolo software*. Pertanto, accedendo con le credenziali specifiche di ciascun software, chi è utente di più software di Gruppo Sismica, vedrà solo le licenze relative a uno dei due software.

*Invitiamo pertanto gli utenti ad utilizzare le credenziali generiche utilizzate per l'accesso al portale LMS.*

**E' possibile** modificare la **Password di accesso a Gruppo Sismica Manager**, o recuperarla, accedendo alla piattaforma on line LMS di *Gruppo Sismica Manager* seguendo la procedura di seguito descritta.

Cliccare sull'icona  che consente di accedere al portale **LMS (Licensing Manager System)** di Gruppo Sismica.

## 2.7.5. AMBIENTE PRINCIPALE

L'ambiente principale di *Gruppo Sismica Manager* si compone di due sezioni, uno consente di gestire le licenze dei prodotti Gruppo Sismica e l'altro di gestire i download delle versioni.

Sulla barra delle informazioni in alto viene riportato il nome del programma e la versione in uso.



In alto a sinistra il Nome Utente e i radio button che consentono di accedere rispettivamente alle sezioni:



In alto a destra sono presenti il comando che  consente di accedere alla piattaforma on-line Gruppo Sismica Manager e il tasto **Esci**, che consente di effettuare il LogOut e tornare al pannello di inserimento delle credenziali.

## 2.7.6. PANNELLO GESTIONE LICENZE

All'interno del pannello gestione licenze è presente l'elenco delle licenze attive.

Nella tabella viene riportato per ogni licenza, ovvero per ogni riga:

**Stato** Attivata / Disattivata

**Id** Identificativo licenza. Per le licenze di 3DMacro che prevedono due postazioni di lavoro, una con il report attivo e l'altra senza report, l'identificativo della licenza è univoco per ogni postazione.

**Username:** indirizzo email a cui è associata la licenza.

**Password:** password

**Software** Nome software e tra parentesi la configurazione (Extended o Extended no report, Educational, StartUp o SturtUp no report, etc...). La voce "No report" indica che la licenza attiva è quella senza stampe attive.

**Scadenza aggiornamenti** Data scadenza servizio annuale di aggiornamenti automatici e assistenza tecnica

**Scadenza licenza** Data scadenza della licenza d'uso del software

**Macchina** Nome PC su cui è attiva la licenza in uso. Viene indicato se si tratta dello stesso PC su cui si è avviato Gruppo Sismica Manager (questo PC)

**Operazione** Avvia la richiesta di attivazione/disattivazione della licenza o la richiesta di aggiornamento della licenza (occorre una connessione internet attiva).

Stato	Id	Username	Password	Software	Scadenza aggiorn.	Scadenza licenza	Macchine	Operazione
Attivata	000			3DMacro(Extended)	31/12/2020	31/12/2190	questo pc DESKTOP	Richiedi la disattivazione
Attivata	00C	@gmail.com		HISrA Arches and VaultFull	8/4/2021	30/12/2190	questo pc DESKTOP	Richiedi la disattivazione
Attivata	0i	@gmail.com		3DMacro(Extended)	9/10/2020	31/12/2190	GRUPPOSISMICA03	Attiva su un altro pc
Disattivata	0C	@gmail.com		HISrA BridgesFull	13/10/2021	30/12/2190		Richiedi l'attivazione

Cliccando su Richiedi Attivazione/Disattivazione viene avviata una procedura che prevede le seguenti operazioni:

- L'utente riceve da info-lms@grupposismica.it sulla propria casella di posta il codice di attivazione/disattivazione della licenza.
- Copiare e incollare il Codice di attivazione nel campo corrispondente
- Cliccare su OK. La licenza verrà attivata.
- Sulla tabella licenze lo stato della Licenza si porta su ATTIVA.

Abbiamo inviato il codice di attivazione al seguente indirizzo email: con  
**indirizzo email ....**

Copia e incolla il codice di attivazione nel seguente box testuale

\_\_\_\_\_

Annulla Ok

La licenza ID ( ) è attivata.

Ok

Nel caso si voglia richiedere l'aggiornamento della propria licenza, cliccare su Richiedi l'aggiornamento/disattivazione, disponibile sotto la colonna Operazione.

Stato	Id	Username	Password	Software	Scadenza aggiornamenti	Scadenza licenza	Macchine	Operazione
Aggiornabile	000002	3L37		3DMacro(Extended)	30/10/2019	30/12/2019	questo pc	Richiedi l'aggiornamento/Disattivazione
Attivata	000177	8G2D		HISrA BridgesFull	31/12/2019	31/12/2031	questo pc	Richiedi la disattivazione
Attivata	000953	com		HISrA Arches and VaultFull	8/4/2020	31/12/2190	questo pc	Richiedi la disattivazione

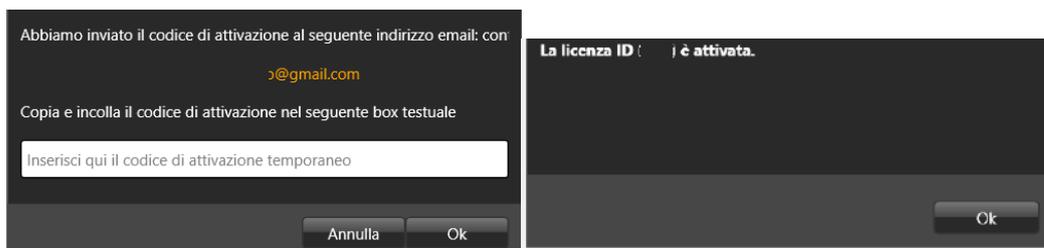
L'utente può scegliere se aggiornare la licenza o disattivarla, per poi attivarla successivamente su un'altra postazione.

Cliccare su **Aggiorna** se si vuole aggiornare la licenza sulla macchina in uso.

Sono presenti aggiornamenti per la licenza ID (92).

Vuoi richiedere la disattivazione o l'aggiornamento?

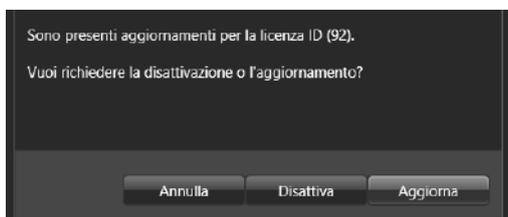
Annulla Disattiva Aggiorna



Seguire la procedura seguente:

- L'utente riceve da info-lms@grupposismica.it sulla propria casella di posta il codice di attivazione/disattivazione della licenza.
- Copiare e incollare il Codice di attivazione nel campo corrispondente
- Cliccare su OK. La licenza verrà attivata.
- Sulla tabella licenze lo stato della Licenza si porta su ATTIVA.

Cliccare su Disattiva se si vuole disattivare la licenza senza aggiornarla, per utilizzarla su un altro PC.



Se si sceglie la opzione Disattiva, la licenza verrà disattivata sulla macchina in uso. Quando l'utente attiverà la licenza su un'altra postazione, verranno automaticamente attivati gli aggiornamenti della licenza d'uso del software. Accedendo da un altro PC, per attivare la licenza, l'utente troverà la voce "Richiedi Attivazione".

## 2.7.7. PANNELLO GESTIONE DOWNLOAD

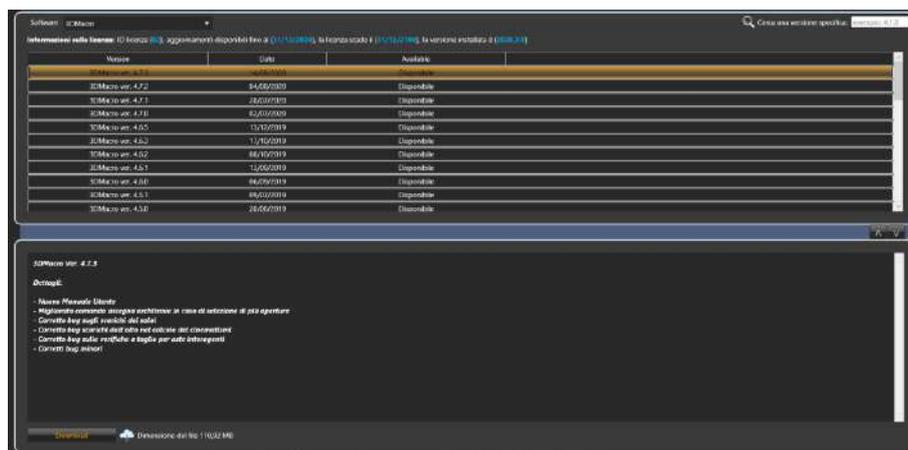
Dal pannello Gestione Download è possibile effettuare il download delle versioni disponibili del software selezionato.

Se non ci sono licenze attive sul pc, è necessario prima attivare una licenza (v. par.3.3.1), per poter visualizzare l'elenco delle versioni.



Nella parte in alto della scheda è possibile:

- Selezionare il prodotto dal menu a tendina Software (ad esempio 3DMacro, HiStrA, etc.)
- Leggere informazioni sulla licenza del software selezionato (id licenza), data scadenza aggiornamenti annuali e assistenza e numero versione installata.
- Cercare mediante la barra di ricerca una versione specifica, inserendo il numero della versione e premendo invio.



Nella tabella vengono riportate le versioni rilasciate ed ordinate in ordine di data di rilascio dalla più recente alla più vecchia. Più nel dettaglio viene riportato:

**Version** Programma e numero versione.

**Date** Data rilascio versione.

**Available** Disponibilità della versione selezionata (Disponibile / Non disponibile). La versione non è disponibile se non si ha diritto agli aggiornamenti automatici annuali. In questo caso, contattare Gruppo Sismica, per email [info@grupposismica.it](mailto:info@grupposismica.it) o telefonicamente al 095.504749 o utilizzare il servizio Tickets sul portale Gruppo Sismica Manager <http://www.lms-grupposismica.it/web>.

Selezionare una riga della versione del software che si vuole scaricare. Controllare la disponibilità dalla colonna *Available*, cliccare sul tasto Download in basso a sinistra e scaricare il pacchetto di installazione del software.

Nel riquadro in basso, sotto la tabella delle versioni vengono indicati i dettagli relativi alla versione selezionata e le informazioni sulle dimensioni del file.

# **SEZIONE-I**

## **FASE DI INPUT**

### 3. PROCEDURA GUIDATA (3DMACRO WIZARD)

Il 3DMacro<sup>®</sup> fornisce all'utente un valido supporto per l'impostazione generale del modello di studio attraverso un'interfaccia semplice ed intuitiva. Con la procedura guidata, denominata "3DMacro Wizard", è possibile inizializzare un nuovo modello ed impostare le prime caratteristiche seguendo la procedura guidata.

Questa procedura è disponibile all'avvio di 3DMacro, nei casi in cui la visualizzazione è attiva, o in ogni caso, quando si crea un nuovo modello.

Sono disponibili due schede:

- **Crea nuovo modello**
- **Apri modello**

#### 3.1. CREA NUOVO MODELLO

Selezionando la scheda "Crea nuovo modello" e cliccando sul bottone "Avanti", posto in basso a destra, l'utente dovrà fornire, attraverso la finestra "impostazioni generali", i dati caratteristici del modello e l'ubicazione per la definizione degli spettri di progetto (per maggiori informazioni cfr. S 4.2.1).

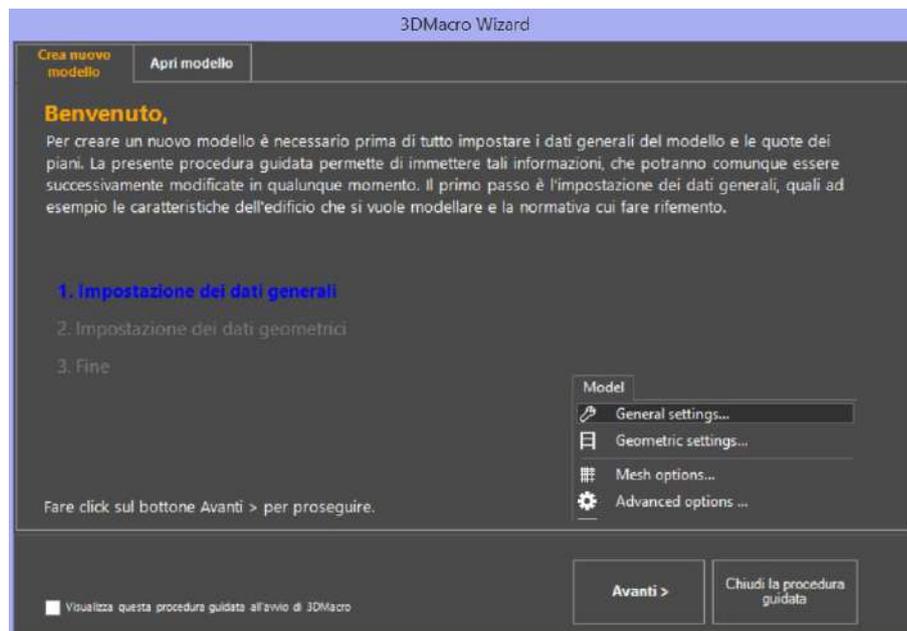


Figura 35. 3DMacro Wizard. Scheda "Crea nuovo modello" – Impostazioni dei dati generali

Successivamente l'utente dovrà inserire le quote strutturali dei vari livelli dell'edificio attraverso la finestra impostazioni geometriche (cfr. S 4.2.2).

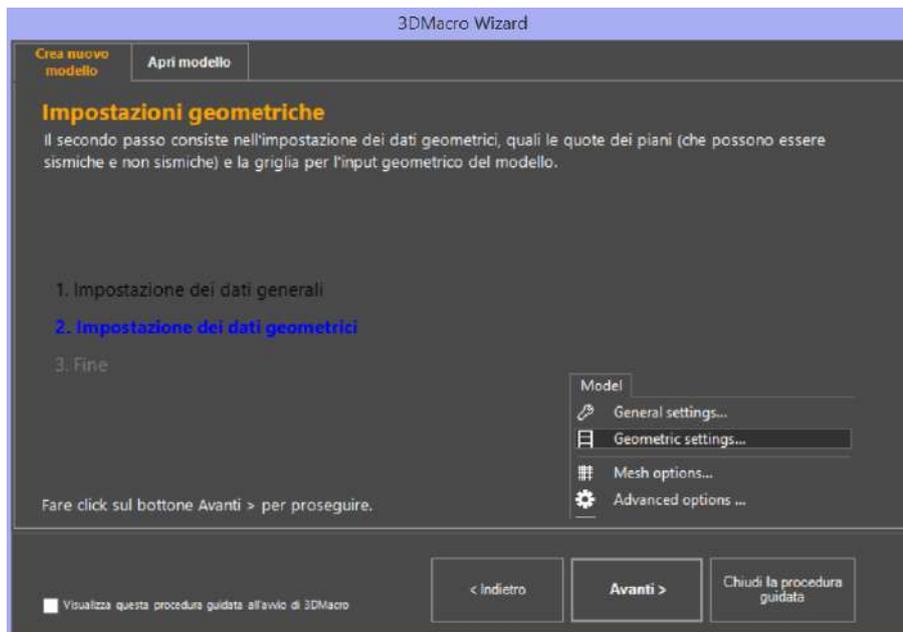


Figura 36. 3DMacro Wizard. Scheda "Crea nuovo modello" – Impostazione dei dati geometrici

Dopo aver definito i dati geometrici dell'edificio (definizione delle quote di piano e dichiarazione delle quote sismiche), viene completata la procedura guidata di Wizard. Facendo click sul bottone "Inizia 3DMacro", verrà richiesto di salvare il modello.



Figura 37. 3DMacro Wizard. Scheda "Crea nuovo modello" – Impostazione del nuovo modello completata.

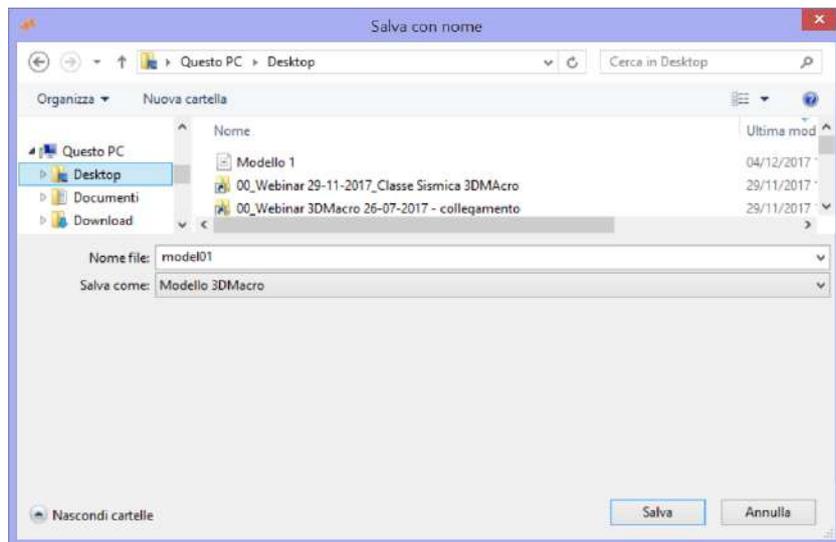


Figura 38. 3DMacro Wizard. Salva modello con nome.

Infine il modello viene salvato su file e si accede all'area di lavoro principale (cfr S 2).

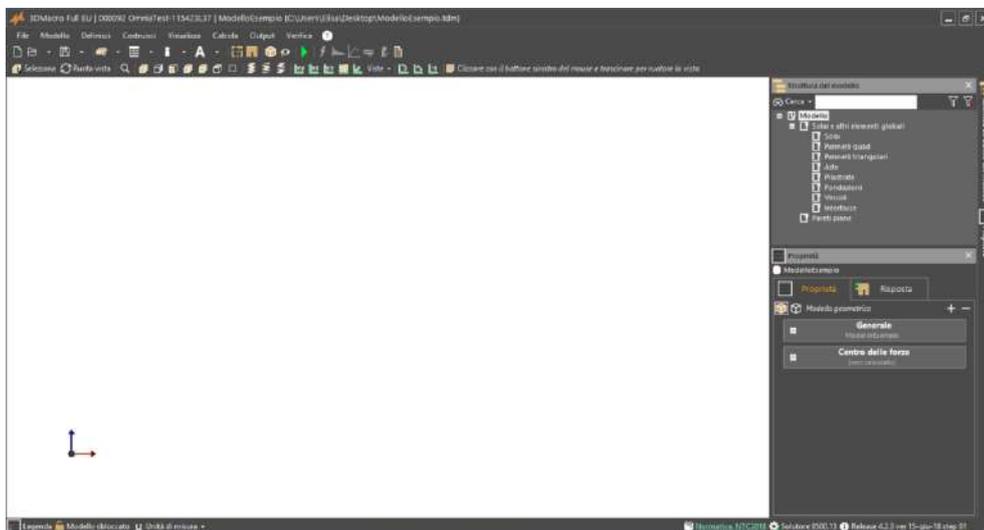


Figura 39. Accesso all'ambiente principale del programma.

### 3.2. APRI MODELLO

Alternativamente, selezionando la scheda “Apri modello”, l’utente può aprire un modello selezionandolo da una lista di file recentemente salvati oppure può scegliere di aprire un altro file da una qualunque cartella del computer.

Chiudendo la procedura guidata, si accede all’ambiente principale del programma.

L’utente può selezionare l’opzione “Ignora risultati”, per aprire un modello già calcolato ignorando i risultati delle analisi.

Inoltre, è possibile selezionare l’opzione “Visualizza questa procedura guidata all’avvio di 3DMacro”, se si vuole visualizzare la procedura di Wizard ad ogni avvio.

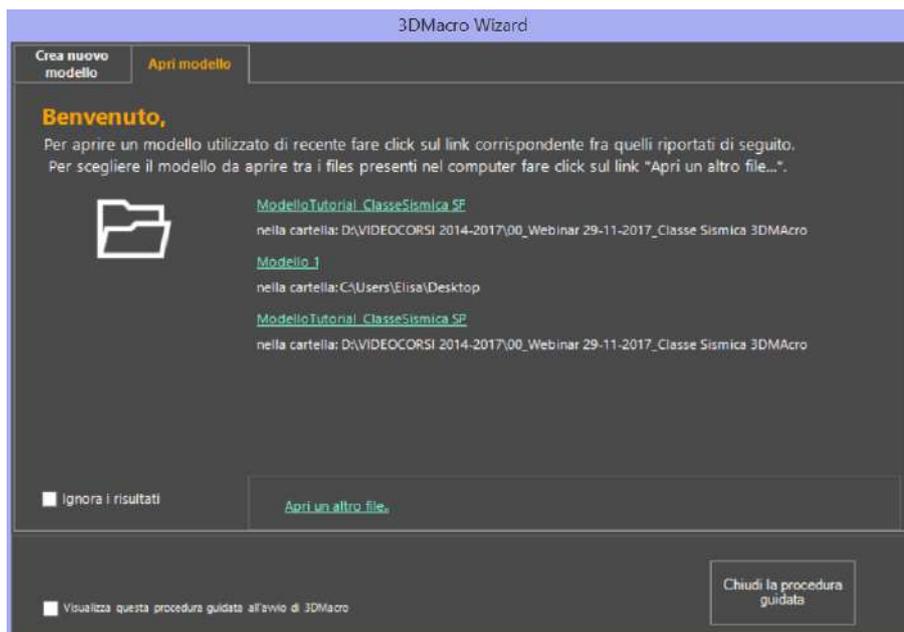


Figura 40. 3DMacro Wizard. Scheda “Apri modello”.



#### ATTENZIONE

Se si apre un modello esistente, creato con una normativa precedente (ad esempio con la NTC 2008), le impostazioni generali del modello non vengono modificate. Sarà l’utente a dover modificare la Normativa di riferimento, attraverso il comando Modello > Impostazioni generali. (cfr. S4.2.1)

## 4. MENU PRINCIPALE

In questo capitolo vengono descritti nel dettaglio tutti i comandi eseguibili sul modello dal menu principale dell'area di lavoro principale (cfr. § 2). Ciascuno dei paragrafi rappresenta una delle voci del menu principale. Sono esclusi da questo capitolo le voci del menu che riguardano la fase di output, e che verranno trattati nella sezione apposita.

Sono altresì escluse le parti che riguardano gli editors piani, che per la loro complessità e corposità, verranno sviluppati in maniera dettagliata in appositi capitoli all'interno di questa stessa sezione.

### 4.1. MENU FILE

Questo menu consente l'accesso e la gestione dei file dei modelli.

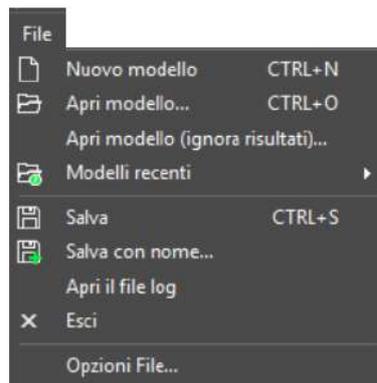


Figura 41. Menu File.

I comandi disponibili sono:

- **Nuovo modello:** elimina tutti i dati preesistenti e avvia un nuovo lavoro. È possibile avviare tale comando premendo i tasti CTRL + N.
- **Apri modello:** apre un lavoro memorizzato su hard-disk o su qualunque tipo di supporto di memoria (file con estensione *.tdm*).
- **Apri modello (ignora risultati):** apre un lavoro (file con estensione *.tdm*), ignorando i risultati ottenuti da precedenti elaborazioni.
- **Modelli recenti:** attiva un menu a tendina da cui è possibile aprire gli ultimi lavori utilizzati sul pc
- **Salva:** salva il lavoro corrente sovrascrivendo il file esistente
- **Salva con nome:** salva il lavoro corrente specificando un nuovo nome e/o percorso
- **Apri il file log:** apre il file di testo *log.txt* che elenca gli eventi critici eseguiti all'interno del programma, relativamente al modello a cui si sta lavorando. Vengono ad esempio elencate nel presente file eventuali eccezioni gestite dal programma.
- **Opzioni file:** contiene delle opzioni sul salvataggio automatico del modello e sulla creazione di copie di backup. Queste copie vengono create all'interno della stessa cartella in cui si trova il modello. Inoltre se il comando è attivo, è possibile avviare la procedura 3DMacro Wizard (cfr. § 3), all'avvio del programma. Infine, se il comando è attivo, è possibile mostrare la richiesta di disattivazione della licenza, ogni volta che viene chiusa una sessione di lavoro in 3DMacro.
- **Esci:** chiude il programma.

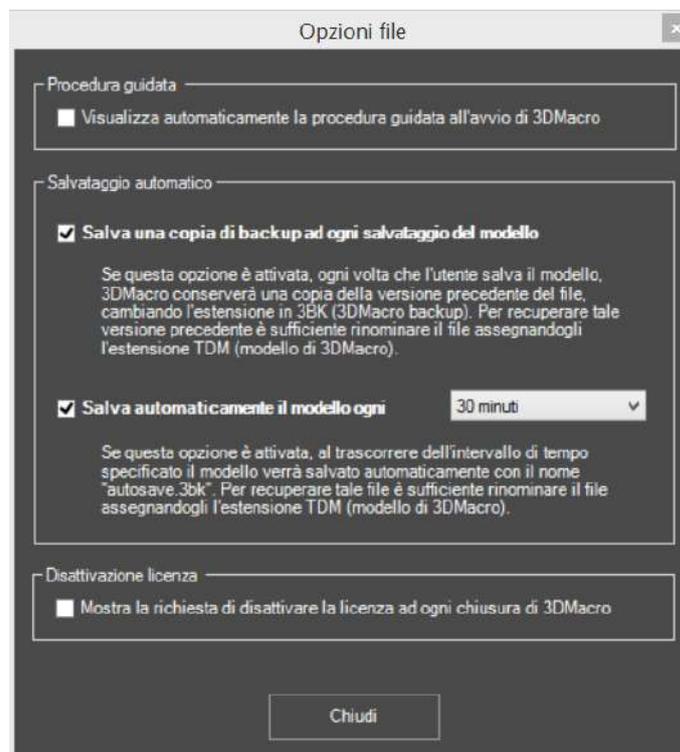


Figura 42. Opzioni file.

## 4.2. MENU MODELLO

L'accesso al menu modello consente l'impostazione di alcuni settaggi generali, che influenzeranno sia la gestione del modello geometrico, che la fase di verifica.

In particolare sono disponibili li seguenti comandi indipendenti, che sono di seguito esaminati in dettaglio.

- **Impostazioni generali (cfr. § 4.2.1)**
- **Impostazioni geometriche (cfr. § 4.2.2)**
- **Opzioni del modello (cfr. § 4.2.4)**
- **Opzioni avanzate (cfr. § 4.2.4)**
- **Opzioni geotecniche (cfr. § 4.2.5)**
- **Aggiorna modello computazionale** (consente di aggiornare integralmente il modello computazionale, rigenerando la mesh)

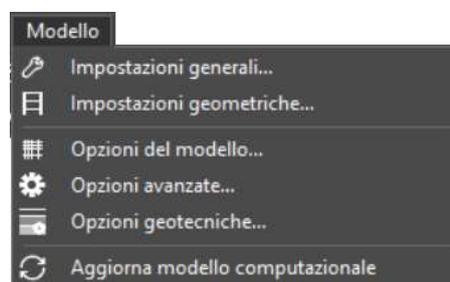


Figura 43. Menu Modello.

### 4.2.1. IMPOSTAZIONI GENERALI

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GENERALI

Questa finestra consente di selezionare la normativa da applicare e di impostare i parametri che da essa dipendono. Nella finestra sono presenti i seguenti oggetti:

- in alto è presente, un menu a tendina, da cui è possibile selezionare la normativa che si intende adottare.
- nella zona centrale si trovano le schede mobili delle proprietà del modello, che possono cambiare a seconda della normativa adottata. La descrizione di ciascuna scheda sarà approfondita nei successivi paragrafi.
- in basso, come nelle altre finestre, sono presenti i pulsanti Annulla e chiudi (per chiudere la finestra senza apportare alcuna modifica), accetta e chiudi (per confermare le modifiche apportate ai parametri contenuti nella finestra e chiudere la stessa).

La scelta della normativa influenzerà le schede che si trovano nella stessa finestra, e che dipendono proprio dalla normativa selezionata. Ciascuna delle schede riguarda un preciso aspetto della normativa. Per ogni scelta effettuata, il software indica il riferimento normativo corrispondente, e la relativa definizione.

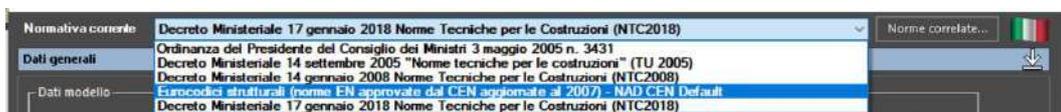


Figura 44. Selezione della normativa – Selezione Normativa corrente.

E' possibile scegliere una tra le seguenti normative:

- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 Maggio 2005 n. 3431:** nel seguito sinteticamente richiamate come "OPCM 3431"
- **Decreto Ministeriale 14 Settembre 2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni":** nel seguito sinteticamente richiamate come "Testo Unico 2005"
- **Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni":** nel seguito sinteticamente richiamate come "NTC 2008"
- **Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni":** nel seguito sinteticamente richiamate come "NTC 2018" e successiva Circolare esplicativa C.S.LL.PP. n.7 del 21.01.2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 17 gennaio 2018", nel seguito sinteticamente richiamata come "Circ.7/2019".
- **Eurocodici strutturali** (norme UNI EB aggiornate al 2007). Integrato il Documento di Applicazione Nazionale (NAD) Portoghese. – Voce disponibile solo se si dispone del Modulo 3DM-EU

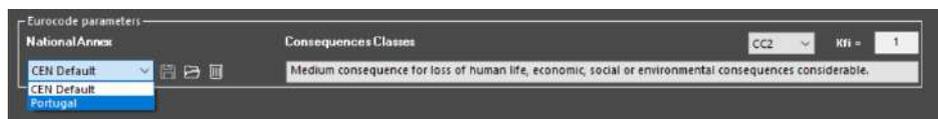


Figura 45. Parametri Eurocodici – Selezione delle norme di applicazione nazionali (NAD Portoghese)

A fianco al menu di selezione è disponibile un pulsante che consente di visualizzare le **Norme correlate** a quella selezionata.

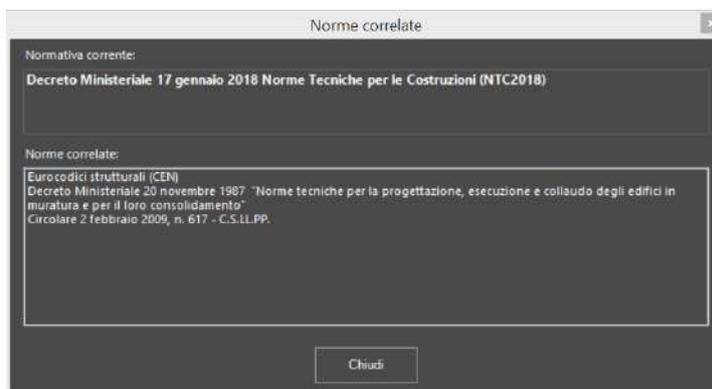


Figura 46. Finestra Impostazioni generali – Normative Correlate a quella corrente



### ATTENZIONE

*È bene impostare sin dall'inizio della creazione del modello la normativa da adottare. Una modifica della normativa implica infatti l'annullamento di molte delle opzioni che da questa scelta dipendono, fino a quel punto selezionate.*

*Modificando la Normativa corrente su un modello esistente, i dati impostati per la definizione di Materiali, Carichi, etc. vengono convertiti automaticamente dal programma (in funzione delle prescrizioni della normativa corrente selezionata). Occorre quindi controllare e modificare i parametri precedentemente definiti.*

*Un modello creato con una versione di 3DMacro antecedente alla entrata in vigore delle ultime NTC2018 (e quindi creato impostando come normativa di riferimento le precedenti NTC) mantiene le vecchie impostazioni generali alla apertura. Sarà l'utente a dover modificare le Normative di riferimento, qualora lo ritenesse necessario.*

#### 4.2.1.1. SCHEDA DATI GENERALI

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GENERALI>SCHEDA DATI GENERALI

Questa finestra non implica alcuna scelta dipendente dalla Normativa selezionata. In essa sono raccolte informazioni generali e specifiche dell'edificio e dell'utente o progettista.

Queste informazioni sono suddivise in due blocchi denominati "Dati modello" e "Dati edificio"

1. **Dati modello.** In essa sono contenute le seguenti voci:

- Nome: nome del file
- Autore: di default viene riportato il riferimento della Licenza d'uso del software
- Società
- Commento

Le voci sopra elencate non hanno ripercussioni su nessuna delle scelte che verranno prese nello sviluppo del modello, ma sono utilizzabili al fine di identificare il lavoro e le eventuali figure professionali coinvolte. E' altresì sfruttabile la linea di commento per inserire qual si voglia informazione aggiuntiva. Le informazioni qua inserite sono automaticamente inserite nelle prime pagine del report.

2. **Dati edificio.** Strettamente collegati con le peculiarità dell'edificio rappresentano scelte con ripercussione su impostazioni successive e caratteristiche meccaniche dei materiali. Si troveranno le seguenti scelte

- Tipologia edificio: Nuova costruzione o Edificio esistente
- Struttura portante: Muratura o Calcestruzzo armato
- Corpo di fabbrica: Isolato o In aggregato
- Livello di conoscenza di default: si può indicare il livello di conoscenza che apparirà come default per tutti i materiali esistenti nelle relative schede di definizione. Si vedano i capitoli relativi alla definizione dei materiali per meglio comprenderne l'uso.

Figura 47. Scheda dati generali.



### IMPORTANTE

Nel caso sia stato selezionato l'opzione "Edificio esistente" è necessario impostare il parametro "livello di conoscenza". Tale scelta influenza i valori di default delle caratteristiche meccaniche dei materiali, che vengono penalizzati per il corrispondente fattore di confidenza.

I livelli di conoscenza, come definiti dalle normative vigenti (cfr. 11.5.3 OPCM 3431/2005, e cfr. C8.5.4, allegata alla Circolare 7/2019), sono legati alla tipologia delle indagini in situ sulle parti strutturali per la valutazione delle caratteristiche geometriche e meccaniche degli edifici esistenti. La norme indicano infatti (cfr. C8.5.4 della Cir7/2019):

- **il livello di conoscenza LC3** si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ **estese ed esaustive** sui dettagli costruttivi, indagini in situ **esaustive sulle proprietà dei materiali**;

- **il livello di conoscenza LC2** si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ **estese ed esaustive** sui dettagli costruttivi ed indagini in situ **estese sulle proprietà dei materiali**;

- **il livello di conoscenza LC1** si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ **limitate** sui dettagli costruttivi ed indagini in situ **limitate sulle proprietà dei materiali**;

È importante valutare correttamente tale parametro perché influenza direttamente i risultati di calcolo del modello.

I dati appena definiti serviranno come riferimento per l'intero edificio. Nelle successive definizioni di input potranno essere particolarizzate. Ad esempio nonostante l'edificio sia esistente, possono essere definiti elementi di nuova costruzione. Analogamente per il livello di conoscenza possono essere previsti materiali con livelli di conoscenza diversi da quello definito pocanzi.

#### 4.2.1.2. SCHEDA UBICAZIONE SITO

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GENERALI>SCHEDA UBICAZIONI SITO

I dati riportati in questa scheda, la cui gestione sarà diversa in funzione della Normativa corrente, sono necessari per la determinazione dell'accelerazione al suolo di riferimento.

OPCM 3431 e Testo Unico 2005:

Il territorio nazionale è diviso in quattro categorie. Selezionando il comune di costruzione il programma determina automaticamente la categoria sismica e l'accelerazione al suolo di riferimento.

Figura 48. Determinazione zona sismica - OPCM 3431 e Testo Unico 2005.

#### Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e 2018 (NTC2008 e 2018)

Viene adottato un criterio di micro-zonazione sismica. In questo caso l'accelerazione al suolo di riferimento viene determinata in funzione della latitudine e della longitudine del sito in esame.

Figura 49. Determinazione zona sismica - NTC 2008 ed NTC2018.

La scelta delle coordinate geografiche può avvenire in maniera automatica, cliccando sul tasto Modifica, e selezionando la località in cui sorge la costruzione. In particolare è possibile selezionare il sito di costruzione secondo varie modalità, attualmente disponibili.

Se si sceglie la modalità "Località", è possibile selezionare, per ogni Regione una specifica località, disponibile sul database interno di 3DMacro, che comprende Comuni e frazioni.

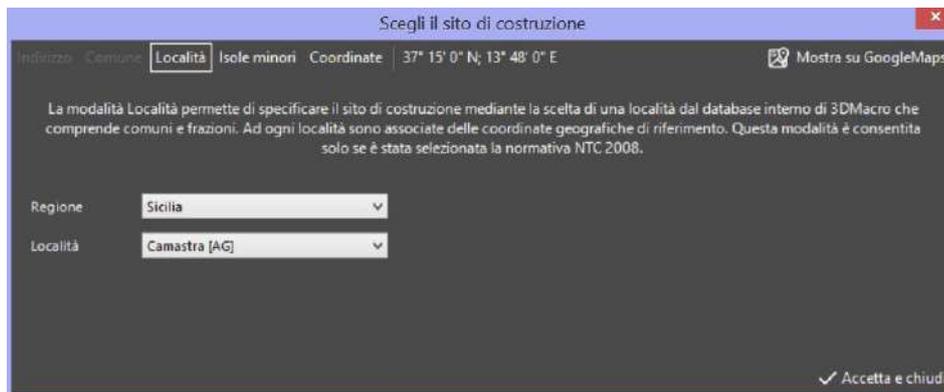


Figura 50. Selezione sito di costruzione - modalità "Località" - NTC 2008 ed NTC2018.

La modalità "Isole minori" consente di specificare il sito di costruzione, se esso ricade in una delle isole minori italiane.



Figura 51. Selezione sito di costruzione in modalità "Isole Minori" - NTC 2008 ed NTC 2018.

E' anche possibile definire il sito di costruzione, specificando manualmente le coordinate geografiche, in termini di Latitudine e Longitudine, in gradi decimali o sessadecimali.

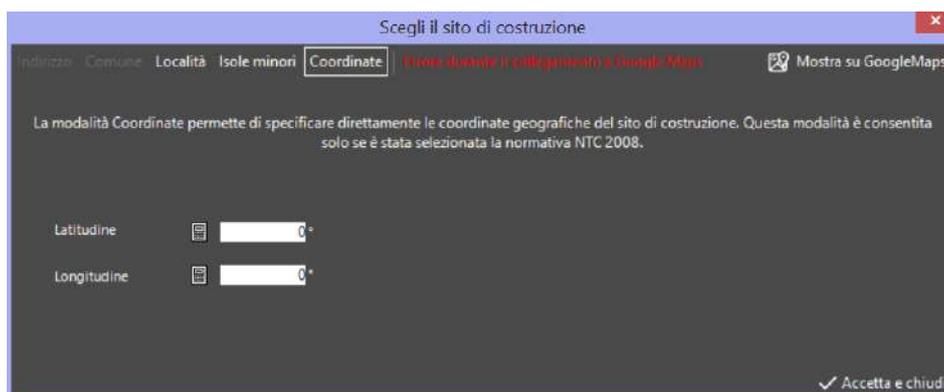


Figura 52. Selezione sito di costruzione - modalità "Coordinate" - NTC 2008 ed NTC2018.

## 4.2.1.3. SCHEDA VITA UTILE DELLA STRUTTURA\FATTORE DI IMPORTANZA

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GENERALI> SCHEDA VITA UTILE DELLA STRUTTURA\FATTORE DI IMPORTANZA

In questa scheda, che assume un aspetto diverso in funzione della normativa selezionata, vengono impostati il fattore di importanza e la vita utile nonché diversi parametri legati alla rilevanza dell'opera oggetto di verifica. Nella scheda sono riportati i corrispondenti riferimenti normativi.

OPCM 3431:

In base alla categoria dell'edificio selezionata viene impostato il fattore di importanza.

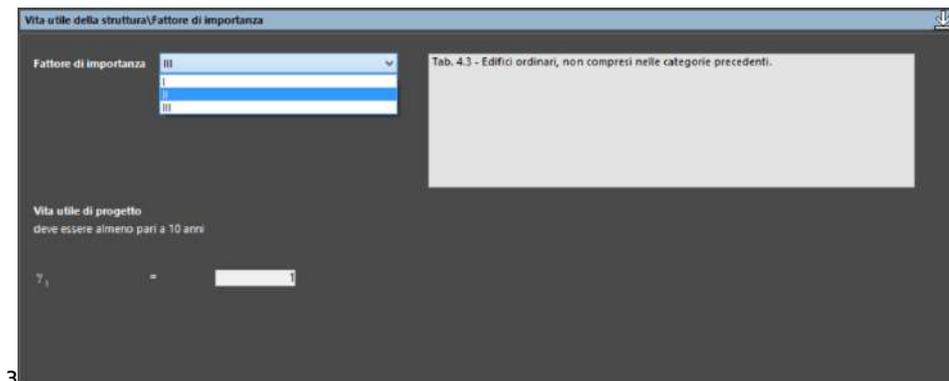


Figura 53. Scheda fattore di importanza – OPCM 3431.

NTC 2005 (noto come TU2005):

In base alla tipologia della struttura selezionata, viene impostata la vita nominale dell'edificio.

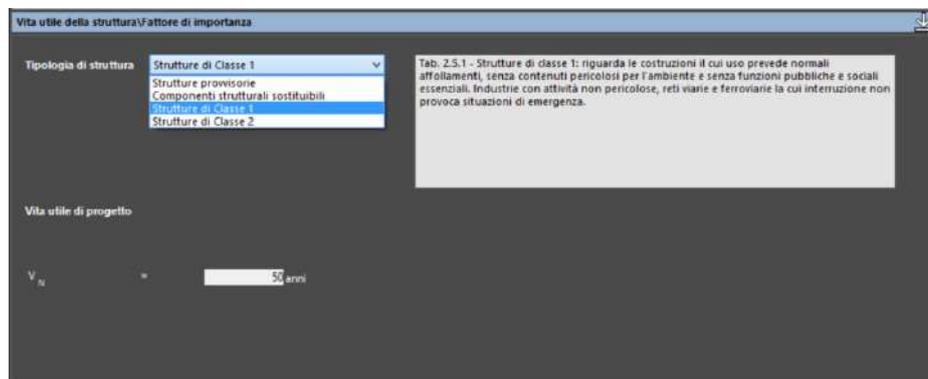


Figura 54. Scheda vita utile della struttura – NTC 2005.

NTC 2008:

Se è stata adottata questa Normativa, la finestra richiede più impostazioni.

In funzione del tipo di costruzione, nella Tab. 2.4.I, la Vita Nominale della struttura, espressa in anni, deve essere compresa in determinati intervalli, il cui valore viene suggerito a fianco al campo di input.

Il periodo di riferimento è funzione sia del tipo di costruzione che della classe d'uso. Esso infatti è dato dal prodotto della Vita Nominale per il Coefficiente d'Uso. In ogni caso, il Periodo di ritorno non può assumere valore inferiori a 35 anni (cfr. NTC 2008 par. 2.4.3).

Il Coefficiente d'Uso, è funzione della Classe d'Uso della struttura (cfr.Tab.2.4.II NTC 2008).

**Vita utile della struttura/Fattore di importanza**

Tipo di costruzione: Opere(ordinarie) Tab. 2.4.I - Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere - Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

Classe d'uso: II Par. 2.4.2 - Classi d'uso - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale della struttura: 50 anni La vita nominale della struttura deve essere almeno pari a 50 anni

Periodo di riferimento: 50 anni Coefficiente d'uso: 1

Figura 55. Scheda vita utile della struttura – NTC 2008.

**NTC 2018:**

Le informazioni richieste non cambiano sostanzialmente rispetto alle NTC2008.

In funzione del tipo di costruzione, nella Tab. 2.4.I, la Vita Nominale della struttura, espressa in anni, deve essere compresa in determinati intervalli, il cui valore viene suggerito a fianco al campo di input.

Rispetto alle NTC 2008, con queste nuove norme tecniche vengono modificate le descrizioni dei tipi di costruzione. Inoltre le nuove NTC2018 ammettono valori di  $V_N$  inferiori a 35 anni.

Il Coefficiente d'Uso, è funzione della Classe d'Uso della struttura (cfr.Tab.2.4.II NTC 2018).

**Impostazioni generali**

Normativa corrente: Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018) Norme correlate...

Dati generali

Ubicazione sito

**Vita utile della struttura/Fattore di importanza**

Tipo di costruzione: Opere ordinarie Table 2.4.I - Vita nominale per differenti tipi di costruzioni - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari.

Classe d'uso: II Par. 2.4.2 - Classi d'uso - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale della struttura: 50 anni La vita nominale della struttura deve essere almeno pari a 50 anni

Periodo di riferimento: 50 anni Coefficiente d'uso: 1

Suolo

Smorzamento

Stati limite

Spettri

✕ Annulla e chiudi ✓ Accetta e chiudi

Figura 56. Scheda vita utile della struttura – NTC2018.

**UNI EN 2007:**

Se è stata adottata questa Normativa (e solo nel caso in cui si disponga del modulo 3DM-EU), la finestra richiede la tipologia della struttura, da cui si determina il Coefficiente di Importanza.

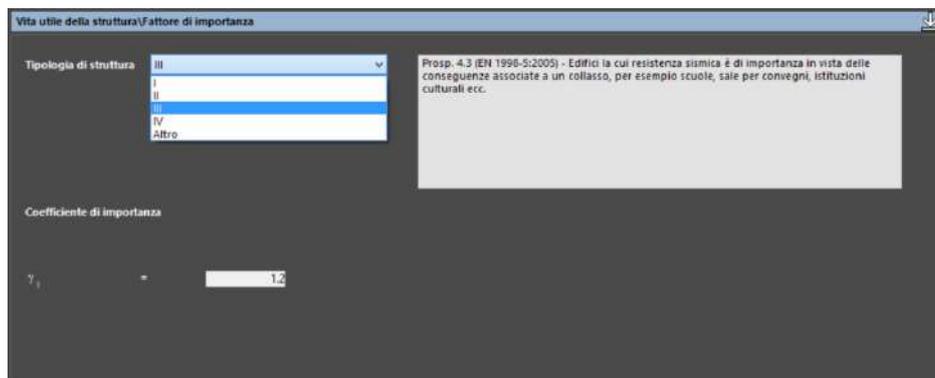


Figura 57. Scheda vita utile della struttura – Eurocodici strutturali

#### 4.2.1.4. SCHEDA SUOLO

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GENERALI> SCHEDA SUOLO

A causa della morfologia del sito e delle caratteristiche geologiche del terreno di costruzione, devono essere assegnate, in maniera opportuna, le opzioni di questa scheda. Anche in questa scheda sono riportati i corrispondenti riferimenti normativi.

**OPCM 3431, NTC 2008, NTC 2018 ed UNI-EN 2007:**

Devono essere assegnati: la categoria del suolo (Tabella 3.2.II NTC2018), che è indice della velocità di propagazione delle onde di taglio nel terreno; e la condizione topografica (Tabella 3.2.IV NTC2018), che dipende dalla morfologia del terreno. In funzione di quest'ultimo, viene valutato il coefficiente di amplificazione topografica dello spettro. In particolare, se il sito ricade in una categoria topografica corrispondente a una ubicazione dell'opera o dell'intervento "non pianeggiante" (categoria topografica T2, T3 o T4), allora nella presente scheda viene anche richiesta l'altezza H del pendio (o del rilevato) e la quota dell'opera rispetto alla base del pendio (o del rilevato), in modo da poter valutare il suddetto coefficiente di amplificazione, il cui valore subisce un decremento lineare rispetto ai valori proposti nella tabella 3.2.IV delle NTC2018 (assunti in corrispondenza della sommità del pendio o del rilevato) fino alla base (in corrispondenza della quale assume un valore unitario).

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie e topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Impostazioni generali

Normaliva corrente: **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)** Norme correlate...

Dati generali

Ubicazione sito

Vita utile della struttura/Fattore di importanza

**Suolo**

Categoria suolo: **A** Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Condizione topografica: **T1** Tab. 3.2.IV - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$  o altezza  $\leq 30$  m.

Altezza pendio  $H > 30$  m:  m

Quota dell'opera rispetto alla base del pendio  $Q_e$  =  m

Coefficiente di amplificazione topografica  $S_t$  =

Smorzamento

Stati limite

Spettri

✕ Annulla e chiudi ✓ Accetta e chiudi

Figura 58. Scheda suolo –NTC2018.

**Suolo**

Categoria suolo: **A** Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

Categoria suolo: **B** Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria suolo: **C** Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Categoria suolo: **D** Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

Categoria suolo: **E** Tab. 3.2.II - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 59. Definizione categoria del suolo secondo la Classificazione Tab. 3.2.II NTC2018

**NTC 2005** (noto come TU2005):

In tale scheda è necessario scegliere dal menu a tendina solo la categoria del suolo (A, B, C, D, E), indice della velocità di propagazione delle onde di taglio nel terreno.

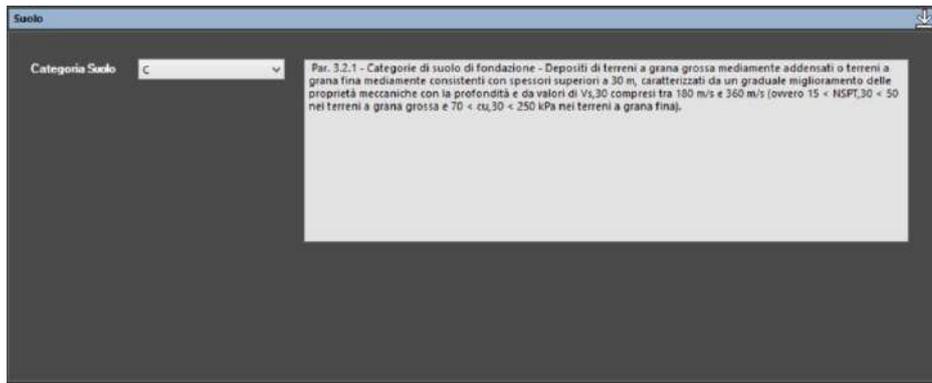


Figura 60. Scheda suolo – Testo Unico 2005.

#### 4.2.1.5. SCHEDA SMORZAMENTO

In questa scheda può essere assegnato lo smorzamento modale della struttura in termini percentuali per il calcolo del fattore  $\eta$ , parametro comune a tutte le normative.

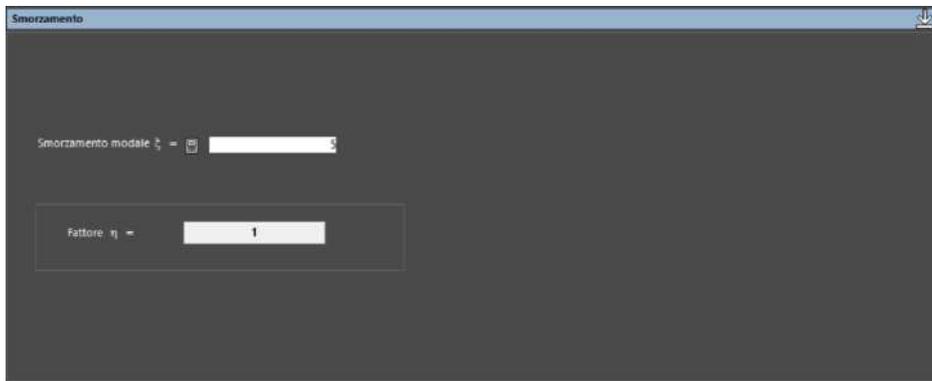


Figura 61. Scheda smorzamento.

#### 4.2.1.6. SCHEDA RIEPILOGO STATI LIMITE

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GENERALI> SCHEDA RIEPILOGO STATI LIMITE

In questa scheda, comune a tutte le normative, vengono sintetizzati i parametri spettrali determinati a seguito delle opzioni selezionate nelle schede precedenti, e che verranno utilizzati per il calcolo delle azioni sismiche. Ogni riga rappresenta uno degli stati limite previsti dalla normativa adottata.

Stato limite	P [%]*	T <sub>f</sub>	PGA	F <sub>0</sub>	T*	η	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	Note
SLO	81	30	0.0787	2.382	0.27	1	1	0.09	0.27	1.91	
SID	63	50	0.104	2.330	0.28	1	1	0.0934	0.28	2.01	
SLV	10	474	0.259	2.370	0.35	1	1	0.117	0.35	2.64	
SLC	5	974	0.332	2.400	0.36	1	1	0.12	0.36	2.93	Stato Ultimo

(\*) Probabilità di occorrenza dell'azione sismica per lo stato limite considerato in un tempo pari alla vita utile della struttura

Selezionare uno stato limite dall'elenco

Gli stati limite sono impostati ai valori di default. Per personalizzarli fare click qui.

Blocca a default

Figura 62. Scheda riepilogo degli stati limite – NTC 2008 ed NTC2018

Il programma determina in automatico, in funzione della tipologia della struttura e della classe d'uso, gli stati limite che devono essere verificati; le righe della tabella relative agli stati limite esclusi dalle verifiche vengono riportate di colore grigio chiaro.

Uno degli stati limite (in genere l'ultimo tra quelli definiti) viene identificato come "Stato Ultimo". Il raggiungimento di tale stato limite comporterà la conclusione dell'analisi.

#### 4.2.1.6.1. MODIFICA DEGLI STATI LIMITE

Se è attivo il bottone "Blocca a default" significa che gli stati limite sono impostati ai valori di default, pertanto, per poter modificarli si può deselezionare il bottone "Blocca a default" o analogamente, portarsi sulla riga di commento posta in fondo alla scheda e cliccare sulla voce corrispondente.



Figura 63. Modifica degli stati limite – NTC 2008 ed NTC2018.

Sbloccando la finestra di definizione degli stati limite si attiva il comando che permette di personalizzarli. Per modificare uno stato limite occorre prima selezionare lo stato limite sulla riga corrispondente (che viene evidenziata).

**Aggiungi:** permette di aggiungere ulteriori stati limite oltre a quelli di normativa (questa funzionalità non è ancora disponibile).  Aggiungi

**Sblocca/blocca stati limite:** permette di personalizzare i criteri per il raggiungimento di ciascun stato limite. Attivando Sblocca stati limite, la bandiera a fianco a ciascun stato limite viene modificata, da gialla a scacchiera. Blocca stati limite invece riporta alle impostazioni di normativa per lo specifico edificio e annulla tutte le personalizzazioni effettuate. Sbloccando gli stati limite si attivano i comandi che consentono di modificarne la capacità e di escluderlo o inserirlo nelle verifiche e di generare spettri di risposta personalizzati (risposta sismica locale), come di seguito indicato.

Stato limite	P [%]*	T <sub>r</sub>	ag	F <sub>0</sub>	T <sup>*</sup>	η	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	Note
 SLO	81	30	0.0623	2.554	0.242	1	1.5	0.135	0.406	1.85	
 SLD	63	50	0.0765	2.548	0.264	1	1.5	0.144	0.431	1.91	
 SLV	10	474	0.206	2.457	0.359	1	1.4	0.176	0.528	2.42	
 SLC	5	974	0.283	2.423	0.443	1	1.29	0.203	0.608	2.73	 Stato Ultimo

(\*) Probabilità di occorrenza dell'azione sismica per lo stato limite considerato in un tempo pari alla vita utile della struttura

Stato Limite: SLC

 Spettro RSL...  Modifica la capacità  Non includere nelle verifiche  Elimina

Riduzione del taglio alla base al 80%, Rotazione limite a pressoflessione di tutti i maschi appartenenti a un livello di una parete, Rotazione limite a tag...

 Blocca stati limite

 Aggiungi

Figura 64. Menu per la personalizzazione degli stati limite.

- **Spettro RSL:** consente di definire una Risposta Sismica Locale, mediante l'inserimento di uno spettro personalizzato. Questa opzione è disponibile solo per le Normative NTC2008 e NTC2018.
- **Modifica la capacità:** consente di selezionare i criteri che determinano il raggiungimento dello stato limite e di impostarne i valori limite attraverso la finestra "Capacità stato limite".

- **Non includere nelle verifiche:** esclude lo stato limite selezionato dalle verifiche sismiche.
- **Elimina:** elimina lo stato limite selezionato (funzione non disponibile).

A un primo accesso alla scheda Stati Limite, l'opzione **"Utilizza impostazioni da Normativa"** è abilitata e tutte le modifiche risultano inibite. Lasciando attivo il check sulla voce **"Utilizza impostazioni da Normativa"**, i criteri vengono automaticamente settati secondo le prescrizioni delle norme prescelte. Eliminando il check è possibile personalizzare i criteri.

Qualora si volessero reimpostare automaticamente i valori a quelli proposti dalla Normativa, basterà selezionare nuovamente la voce **"Utilizza impostazioni da Normativa"**.

#### 4.2.1.6.1.1. DEFINIZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Dopo aver sbloccato gli Stati Limite, il comando Spettro RSL consente di definire, per ciascuno stato limite, uno spettro di risposta sismica locale.

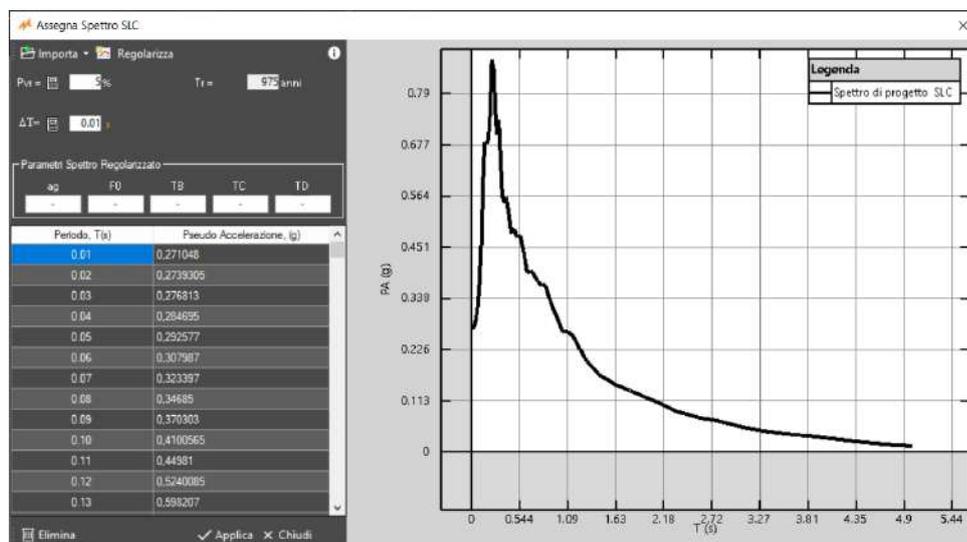


Figura 65. Definizione dello spettro di Risposta sismica locale.

E' possibile importare lo spettro di risposta sismica locale da file o generarlo da normativa o importando i parametri spettrali.

Sotto la voce Importa è infatti disponibile un menu a tendina che consente di importare lo spettro secondo le seguenti modalità.

- Da file
- Da Normativa
- Da parametri spettrali

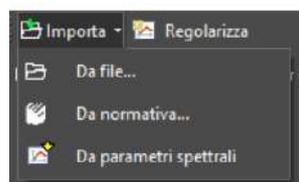


Figura 66. Importa spettro di Risposta sismica locale.

**Da file...** Questo comando consente di importare lo spettro da file. Quest'ultimo deve essere definito opportunamente, seguendo le seguenti regole:

- Il file non deve contenere nessuna riga di intestazione. I dati numerici dello spettro devono partire dalla prima riga.
- La tabella deve contenere massimo due colonne separate da uno spazio.

- La prima colonna deve contenere i periodi in secondi (riportati sulle ascisse).
- La seconda colonna deve contenere la pseudo accelerazione spettrale espressa in "g" (riportate sulle ordinate).

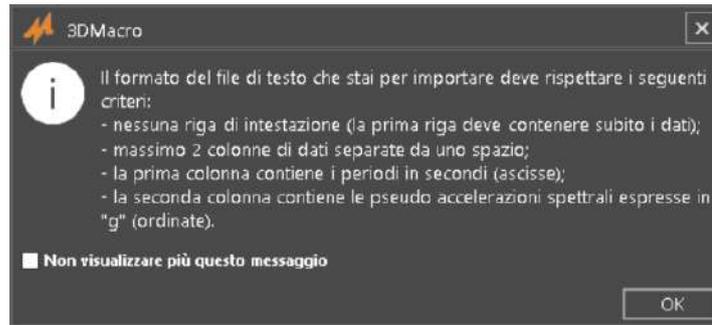
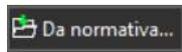


Figura 67. Informazioni sul formato di testo per importare uno spettro di Risposta sismica locale.

Le suddette informazioni sono disponibili cliccando sul bottone (i) 



Questo comando consente di importare uno spettro di risposta da normativa. Lo spettro importato da normativa è già regolarizzato, difatti, nel grafico spettro di progetto e spettro regolarizzato si sovrappongono.

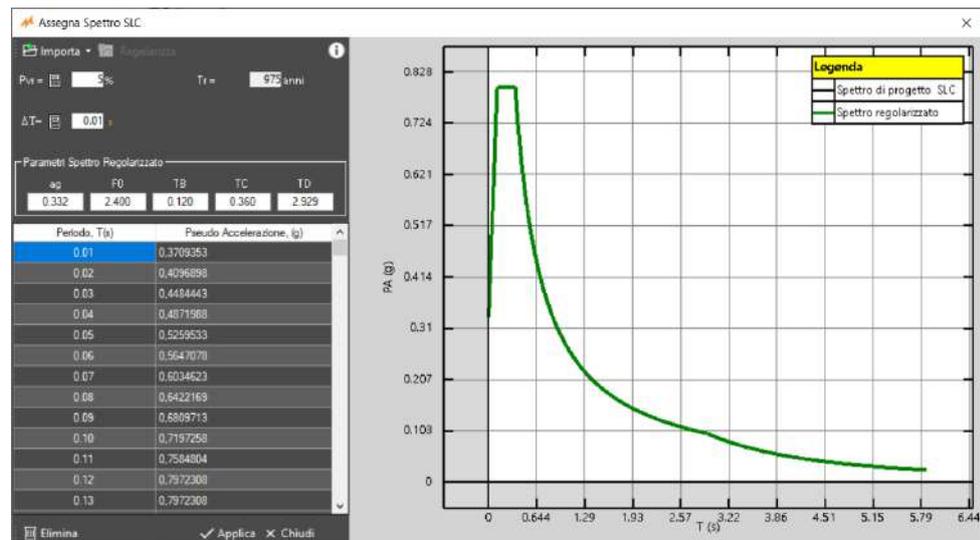


Figura 68. Spettro di risposta sismica locale da normativa.

Qualora si volessero apportare delle modifiche allo spettro, è possibile intervenire direttamente sui valori numerici riportati in tabella.

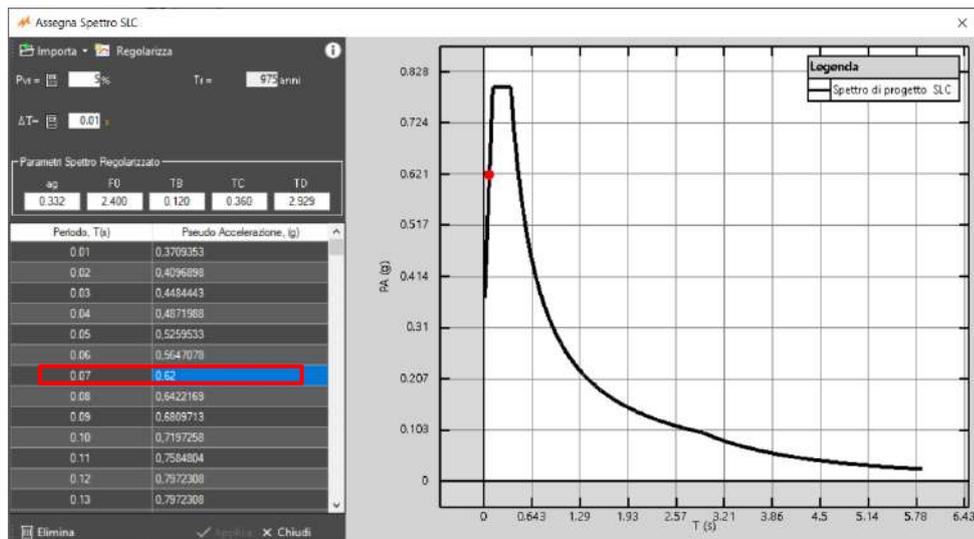


Figura 69. Spettro di risposta sismica locale personalizzato

Dopo aver modificato lo spettro, occorre Regularizzarlo, prima di salvare (il tasto "Applica" non è infatti disponibile).

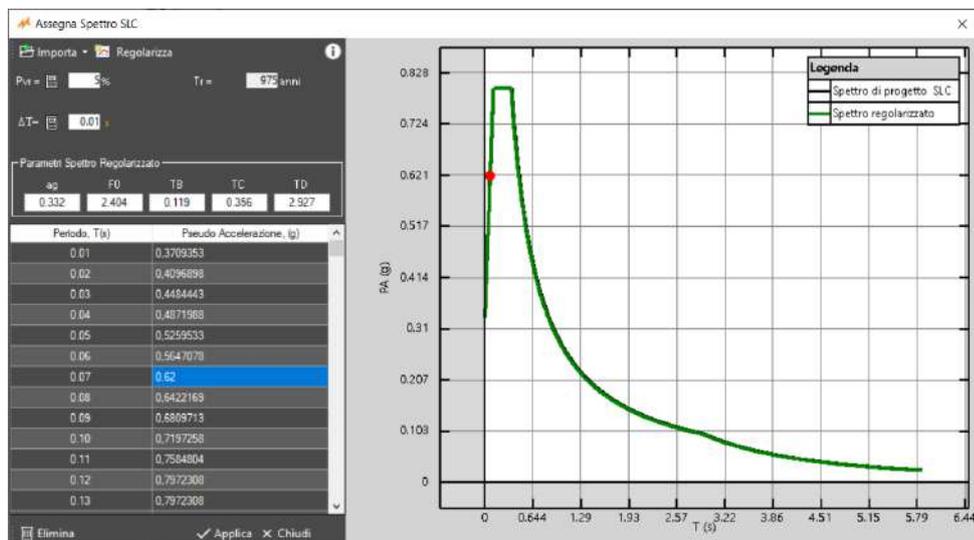


Figura 70. Spettro di risposta sismica locale regolarizzato (in verde)

Tramite il dato  $\Delta T$  è possibile personalizzare il passo dello spettro. Se l'utente importa uno spettro che non ha un passo costante, questo viene corretto, immettendo i valori al passo qui dichiarato. Questo consente di procedere correttamente alla procedura di regolarizzazione dello spettro.

Nella tabella saranno sempre riportati i valori con ordinata valutata in base al passo  $\Delta T$  qui definito.



Questo comando consente di definire lo spettro di risposta sismica locale, assegnando direttamente i parametri dello spettro di risposta: ag, FO, TB, TC e TD.

I parametri editabili sono riportati in giallo.

nT rappresenta il numero totale di passi dello spettro, ovvero il numero di periodi.

Dopo averli definiti i parametri dello spettro di risposta, occorre regolarizzarlo.

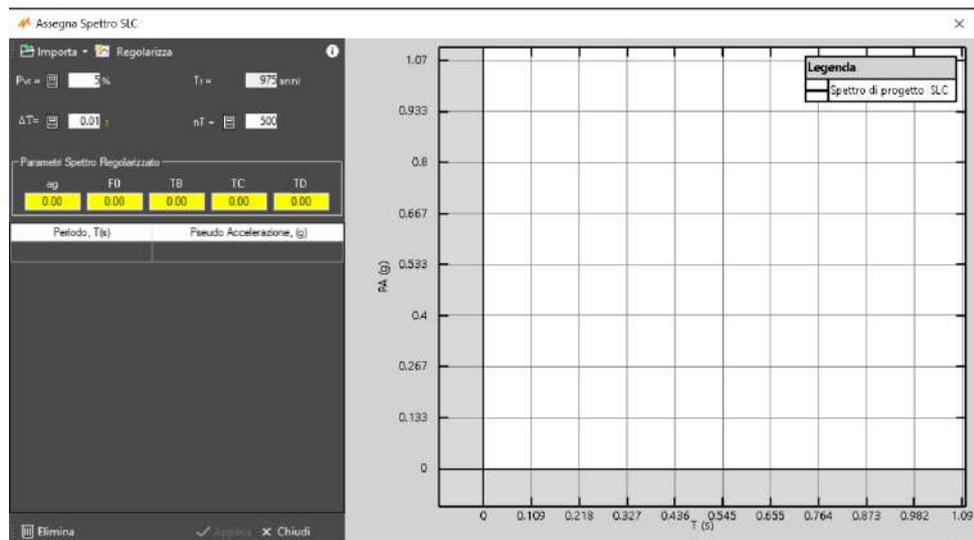


Figura 71. Spettro di risposta sismica locale – definizione dei parametri spettrali



Questo comando consente di regolarizzare lo spettro personalizzato, secondo le indicazioni di Normativa. Ordinanza n. 55 del 24 aprile 2018 (Allegato1). La procedura di regolarizzazione permette di trasformare lo spettro di risposta, risultato di specifiche simulazioni numeriche, in uno spettro con forma standard (secondo le vigenti norme tecniche per le costruzioni – NTC2018), costituita da un ramo con accelerazione crescente lineare, un ramo ad accelerazione costante, un ramo in cui l'accelerazione decresce con  $1/T$  e, quindi, a velocità costante.

- Elimina** elimina lo spettro corrente
- Applica** salva ed applica lo spettro creato
- Chiudi** chiude la finestra

Dopo aver definito uno spettro di risposta sismica locale, lo stato limite nella scheda omonima risulta viene riportato in rosso.

Stato limite	P [%]	$T_r$	$\alpha_0$	$F_0$	$T^*$	$\eta$	S	$T_B$	$T_C$	$T_D$	Note
<b>SLD</b>	81	30	0.0623	2.554	0.342	1	1.5	0.135	0.406	1.85	
<b>SLD</b>	63	50	0.115	2.548	0.431	1	1	0.144	0.431	1.91	
<b>SLV</b>	10	474	0.200	2.457	0.528	1	1	0.116	0.528	2.42	
<b>SLC</b>	5	974	0.283	2.423	0.443	1	1.29	0.203	0.608	2.73	Stato Ultimo

(\*) Probabilità di occorrenza dell'azione sismica per lo stato limite considerato in un tempo pari alla vita utile della struttura

Stato Limite: **SLV**

Spettro RSL...  Modifica la capacità  Non includere nelle verifiche  Elimina

75% di SLC. Stato (write superiore)

Blocca stati limite  Aggiungi

Figura 72. In evidenza lo stato limite a cui è stato associato uno spettro di progetto con risposta sismica locale. (gli stati limite con Spettro RSL riportano i parametri scritti in rosso)

Per eliminare uno spettro di risposta sismica locale, accedere nuovamente alla finestra Spettro RLS ed eliminare lo spettro, mediante il comando Elimina, quindi cliccare su Chiudi.

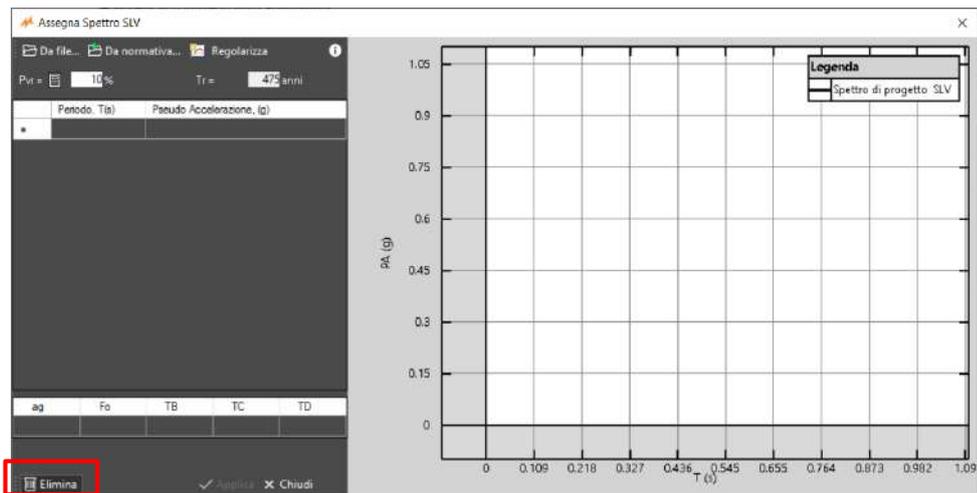


Figura 73. Elimina Spettro RSL

#### 4.2.1.6.1.2. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI CAPACITÀ

I criteri per la valutazione della capacità della struttura, relativa ai vari stati limite vengono suddivisi per tipologia, in specifiche schede. Distinguiamo i seguenti criteri:

- Criteri che dipendono dalla risposta globale
- Criteri specifici per la muratura (nello specifico quelli relativi ai maschi murari)
- Criteri per travi e pilastri in c.a.

Ricordiamo che raggiunto uno qualunque dei Criteri di capacità a presso indicati, l'analisi push-over viene interrotta. Se si volesse proseguire l'analisi oltre i limiti impostati, utilizzare l'apposito comando disponibile nel form di esecuzione analisi (v. § 8.2).

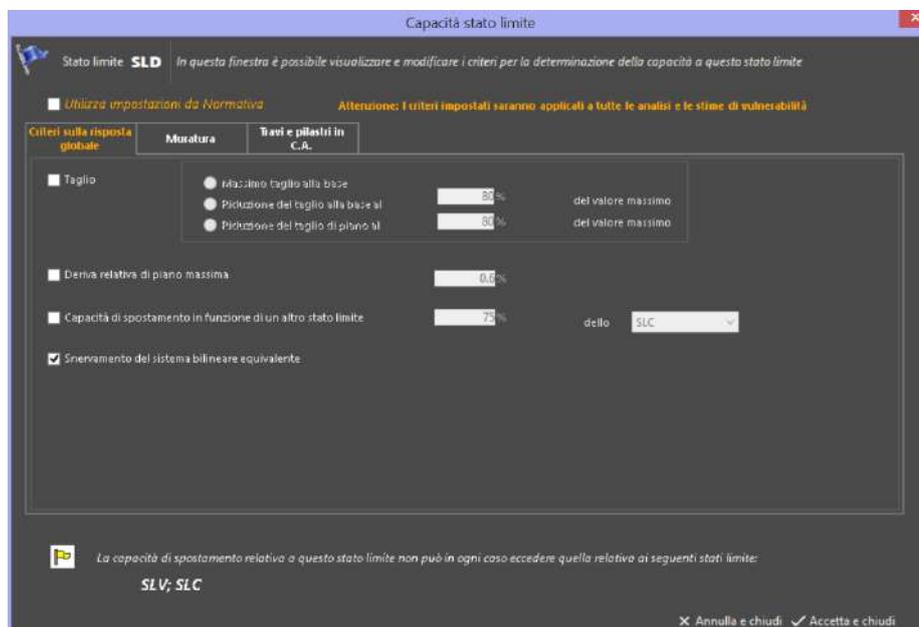


Figura 74. Finestra per la modifica dei criteri di capacità che dipendono dalla risposta globale, associata ad uno stato limite.

#### **Criteri che dipendono dalla risposta globale:**

Con riferimento alla risposta globale, è possibile associare il raggiungimento dello stato limite al verificarsi di una o più delle seguenti circostanze (o criteri):

- Criteri basati sulla resistenza globale della struttura a Taglio:

- raggiungimento del massimo taglio alla base (la struttura diviene quasi labile);
- raggiungimento della massima riduzione ammessa per il taglio alla base (da normativa, per determinati stati limite, pari all'80% del taglio alla base massimo);
- raggiungimento della massima riduzione ammessa per un taglio di piano;

- Criteri basati sulla deformabilità:
  - raggiungimento della massima deriva di piano ammissibile (in percentuale rispetto alla altezza di piano).
- Criteri generali:
  - Deriva relativa di piano massima;
  - Capacità di spostamento che dipende da un altro stato limite (allo SLV le NTC2018 impongono una capacità di spostamento pari a  $\frac{1}{2}$  dello spostamento allo SLC);
  - Spostamento corrispondente al raggiungimento del limite elastico della bilineare equivalente, definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC (ovvero snervamento del sistema bilineare equivalente).

#### **Criteri specifici per la muratura (pannelli murari e maschi murari):**

- Criteri basati sul danneggiamento di pannelli murari:
  - Snervamento di un pannello a taglio;
  - Rottura di un pannello a taglio;
  - Snervamento di un pannello a flessione;
  - Rotazione limite di un pannello murario;
- Criteri basati sulla resistenza dei maschi murari:
  - Rotazione limite a pressoflessione e a taglio di tutti i maschi di un qualunque livello di una qualunque parete (La Circ. 7/2019 prevede come criterio di capacità allo SLC il raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a presso-flessione(1%) e a taglio (0.5%) di tutti i maschi di un qualunque livello di una qualunque parete. Questo controllo può essere omesso (possibilità di disattivare il comando), secondo quanto previsto dalla Circolare n.7/2019, nelle analisi quando i diaframmi siano infinitamente rigidi o quando sia eseguita l'analisi di una singola parete.). Per la valutazione della rotazione limite a pressoflessione si rimanda al Manuale Teorico par. 7.3.2.
  - Superata resistenza limite a taglio di tutti i maschi di un qualunque livello di una qualunque parete e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio alla base pari a  $\frac{1}{2}$  del suo valore massimo.

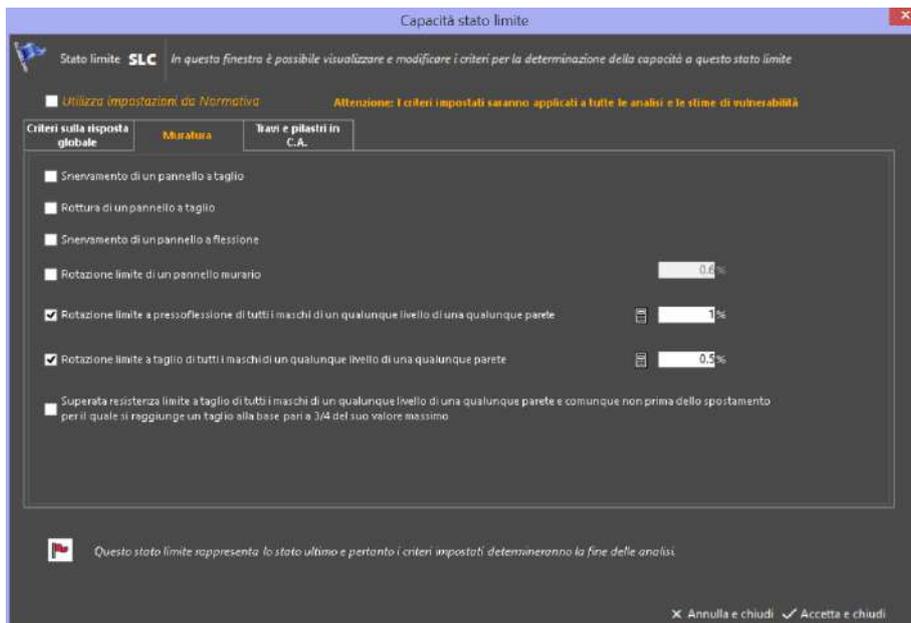


Figura 75. Finestra per la modifica dei criteri di capacità specifici per la muratura (pannelli murari e maschi murari), associata ad uno stato limite.

#### Criteri basati sul danneggiamento di elementi asta (travi e pilastri in c.a.):

- Rottura a taglio della sezione di un elemento asta;
- Raggiungimento della rotazione di snervamento in una sezione di un elemento asta;
- Raggiungimento della rotazione ultima (o una percentuale di essa) in una sezione di un elemento asta.

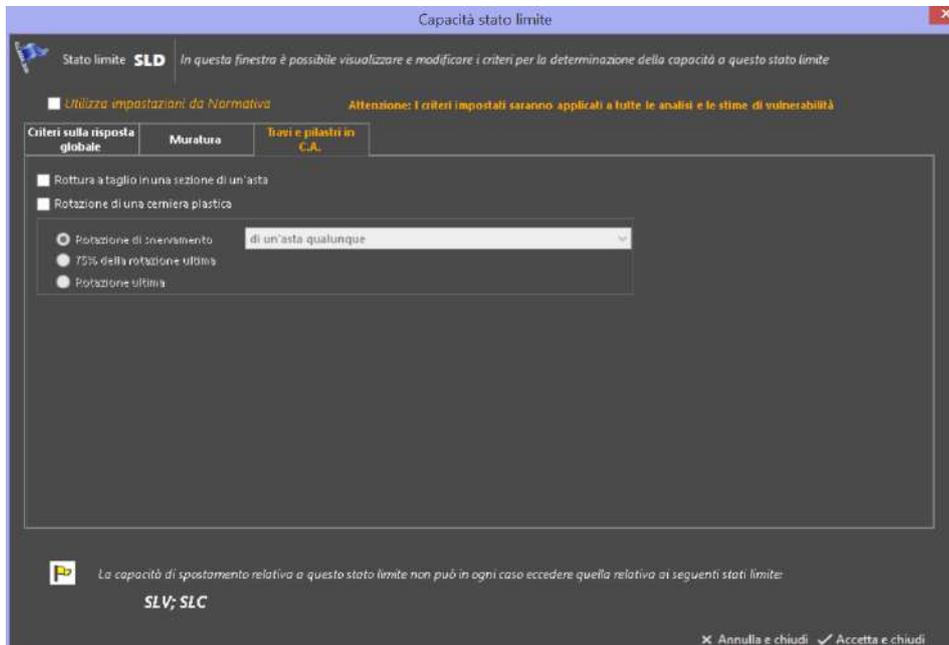


Figura 76. Finestra per la modifica dei criteri di capacità specifici le aste (travi e pilastri in c.a.), associata ad uno stato limite.



## APPROFONDIMENTO

La circolare ministeriale n.7/2019, esplicativa delle NTC2018 prevede i seguenti criteri di capacità, automaticamente implementati in 3DMacro:

- Criteri di risposta globale allo SLC:

- Taglio: raggiungimento della massima riduzione ammessa per il taglio alla base (da normativa, per determinati stati limite, pari all'80% del taglio alla base massimo).*
- *Criteria per la Muratura allo SLC:*  
*Taglio e Pressoflessione: raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a presso-flessione(1%) e a taglio (0.5%) di tutti i maschi di un qualunque livello di una qualunque parete. Questo controllo può essere omesso nelle analisi quando i diaframmi siano infinitamente rigidi o quando sia eseguita l'analisi di una singola parete.*
  - *Criteria sulla risposta globale allo SLV:*  
*La capacità di spostamento pari a % dello spostamento a SLC*
  - *Criteria sulla risposta globale allo SLD:*  
*Spostamento corrispondente al raggiungimento del limite elastico della bilineare equivalente, definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC (ovvero snervamento del sistema bilineare equivalente).*
  - *Criteria sulla risposta globale allo SLO:*  
*Lo spostamento corrispondente al raggiungimento della capacità per questo stato limite è pari a 2/3 di quello allo SLD.*



### IMPORTANTE

*Se, dopo aver personalizzato i criteri di capacità relativi ad uno stato limite, si modifica la Normativa corrente (impostazioni generali > normativa corrente cfr. § 4.2.1), i parametri relativi ai criteri verranno riportati automaticamente ai criteri di default della normativa corrente selezionata.*

*Per personalizzare i criteri, eliminare il segno di spunta sulla voce "Utilizza impostazioni da normativa".*

#### 4.2.1.7. SCHEDA VISUALIZZAZIONE SPETTRI

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GENERALI> SCHEDA VISUALIZZAZIONE SPETTRI

In questa scheda vengono visualizzati gli spettri di progetto/risposta che saranno utilizzati nelle verifiche.

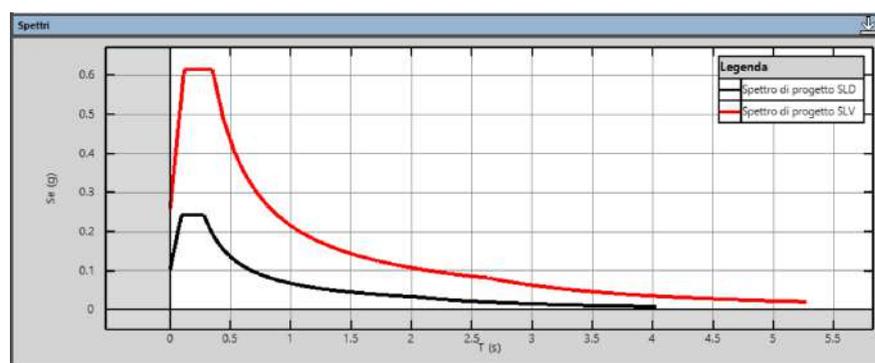


Figura 77. Scheda visualizzazione spettri.

#### 4.2.2. IMPOSTAZIONI GEOMETRICHE

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GEOMETRICHE

Questa finestra consente la gestione delle quote del modello e della griglia di ausilio per gli editor piani. Per questo motivo è stata suddivisa in due schede.

#### 4.2.2.1. SCHEDA QUOTE

COMANDO: MENU MODELLO>IMPOSTAZIONI GEOMETRICHE>SCHEDA QUOTE

Nella scheda "Quote" (cfr. Figura 78), è possibile gestire le quote di ciascun piano dell'edificio, in modo da poter definire i corrispondenti livelli o elevazioni. Le quote vengono distinte in due categorie, "quote non sismiche" e "quote sismiche": alle prime non è associata una quantità significativa di massa (quote in corrispondenza di pianerottoli di scale, quote in corrispondenza di parapetti in cima ad edifici, ecc.), in corrispondenza delle seconde invece è associata una considerevole massa, in genere a causa della presenza di solai.

Gli orizzontamenti possono essere introdotti solo in corrispondenza delle quote definite. E' pertanto indispensabile l'introduzione di una quota per ogni livello in cui sono presenti orizzontamenti.

Di default esiste una **quota base** fissata a +0 m che **non** può essere modificata. La quota base del modello gode di alcune proprietà che la distinguono dalle altre:

- Tutti gli elementi alla quota base verranno vincolati automaticamente (questo non impedisce tuttavia di introdurre vincoli ad altre quote);
- La quota di base non è sismica;
- Nessun'altra quota può trovarsi sotto la quota base;
- La quota di base non è eliminabile.



## APPROFONDIMENTO

Le quote sismiche sono quelle che verranno utilizzate nell'analisi non lineare (nella parte a controllo di spostamento), per amplificare il meccanismo di collasso e valutare la resistenza residua della struttura, mantenendo invariata la distribuzione di forze, determinata sulla base delle masse di piano.

Le quote sismiche sono anche quelle che verranno considerate ai fini della verifica sismica. Prima di passare ad un sistema ad un solo grado di libertà, l'intera struttura viene infatti assimilata ad un sistema a tanti gradi di libertà quante sono le quote sismiche del sistema.

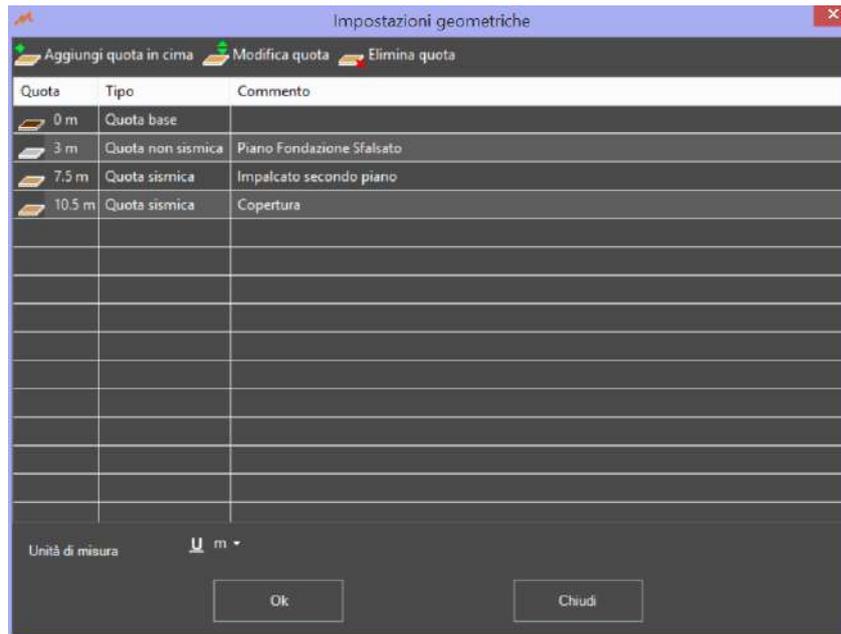
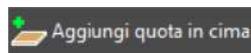


Figura 78. Finestra impostazioni geometriche. Scheda quote.

E' possibile eseguire alcune operazioni sulle quote, descritte di seguito:

- **Aggiungi quota in cima:** apre la finestra "nuova quota" e consente di introdurre una nuova quota. Non è possibile inserire una quota intermedia. Tutte le nuove quote devono essere aggiunte in cima.



- **Modifica quota:** apre la finestra "modifica quota" e consente di spostare la quota selezionata, all'interno dell'intervallo delimitato dalle quote immediatamente inferiore e superiore a quella selezionata.



- **Elimina quota:** consente di eliminare una quota. L'eliminazione di una quota implica quella degli orizzontamenti di quel livello. Se la quota è intermedia lascia inalterate le pareti, se la quota corrente è la più alta, elimina le pareti dell'ultimo livello.



- **Quota sismica/non sismica:** parametro modificabile nelle finestre Aggiungi, Modifica e Inserisci quota. consente di assegnare o eliminare la proprietà corrispondente alla quota corrente.



## ATTENZIONE

*Ogni modifica effettuata in questa finestra potrebbe causare delle inaspettate modifiche del modello geometrico. E' pertanto indispensabile verificare nuovamente il modello, ogni volta che delle quote vengono aggiunte, modificate o eliminate.*

Nell'angolo in basso a sinistra è possibile scegliere l'unità di misura preferita tra quelle disponibili.

### 4.2.2.1.1. FINESTRA AGGIUNGI QUOTA IN CIMA

In questa finestra l'utente può aggiungere una nuova quota in cima. Sono richiesti i seguenti dati (cfr. Figura 79):



Figura 79. Finestra nuova quota.

- Commento, ossia la descrizione della quota (parametro opzionale);
- L'opzione quota sismica: attivando l'opzione si conferisce alla quota la proprietà di "quota sismica";
- Il valore della quota: l'utente dovrà scegliere se il valore numerico della quota è riferito in termini assoluti, rispetto alla quota "zero", o relativi. In quest'ultimo caso viene richiesto il valore della quota rispetto a quella subito inferiore (interpiano). È possibile modificare l'unità di misura della quota.
- Facendo click su "Aggiungi nuova quota" verrà creata la nuova quota al nuovo livello indicato.

### 4.2.2.1.2. FINESTRA MODIFICA QUOTA

In questa finestra l'utente può modificare una quota esistente. Sono richiesti i seguenti dati (cfr. Figura 80):

- Commento, ossia la descrizione della quota (parametro opzionale);
- L'opzione quota sismica: attivando l'opzione si conferisce alla quota la proprietà di "quota sismica";
- Valore corrente della quota: è il valore della quota attuale, che si vuole modificare;
- Nuovo valore della quota: l'utente potrà modificare il valore numerico della quota in termini assoluti entro l'intervallo indicato nella casella di testo sottostante. Quest'ultima indica le quote immediatamente inferiore e superiore rispetto a quella che si sta modificando. È possibile inoltre modificare l'unità di misura.

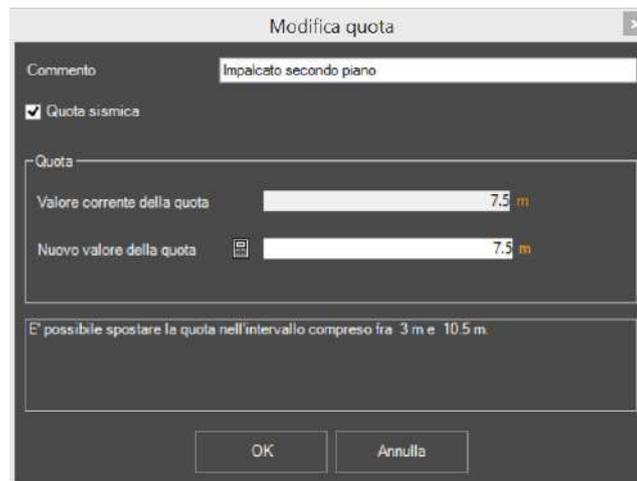


Figura 80. Finestra modifica quota.

#### 4.2.3. OPZIONI AVANZATE

COMANDO: MENU MODELLO>OPZIONI AVANZATE

Questa finestra consente la gestione delle opzioni avanzate del modello, con particolare riferimento al comportamento (piano o tridimensionale).

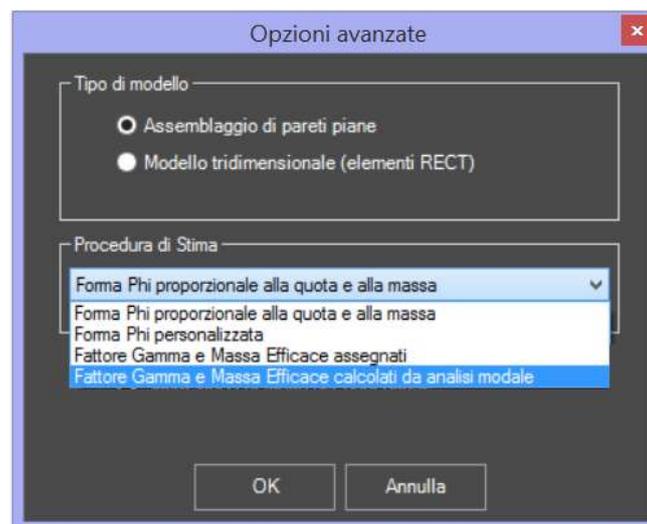


Figura 81. Finestra opzioni avanzate del modello

Nel group box **Tipo di modello** sono riportate delle opzioni del modello, relativamente al comportamento.

**Assemblaggio di pareti piane:** crea un modello che è un insieme di pareti il cui comportamento viene studiato, nell'ambito delle analisi pushover, nel piano di ciascuna parete. In questo caso, per tenere conto dei meccanismi fuori piano delle pareti e verificarli, occorre eseguire, a posteriori una verifica dei cinematismi fuori piano, secondo l'approccio previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, Approccio Cinematico Lineare o Non lineare (cfr. § 11.2).

**Modello tridimensionali (elementi RECT):** Consente di cogliere contemporaneamente i meccanismi nel piano e i meccanismi fuori piano delle murature. Dedicato a tipologia edifici in muratura che resistono al sisma impegnando considerevolmente le pareti ordite ortogonalmente al piano della muratura (nei casi quindi di comportamento non scatolare, in mancanza di ammortamenti, o di elementi di controvento). E' il caso, ad esempio, degli edifici a carattere monumentale.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al tutorial "Modulo di calcolo 3D", che contiene ogni riferimento teorico oltre la validazione. Questo ed altri tutorial di approfondimento sono disponibili alla sezione Documenti della pagina [Software > 3DMacro](#) del sito [www.grupposismica.it](http://www.grupposismica.it)



#### ATTENZIONE

L'opzione del modello "**Modello tridimensionale (elementi RECT)**" è disponibile solo per gli utenti che sono in possesso del modulo **3DM-3D**, che consente di simulare durante le analisi l'interazione tra il comportamento nel piano e fuori piano della muratura.



#### IMPORTANTE

Nel caso sia stato selezionato l'opzione "Modello tridimensionale" si suggerisce all'utente di utilizzare elementi asta con comportamento 3D (cfr. § 4.3.5.3), in modo da cogliere il comportamento fuori dal piano della parete, coerentemente con l'opzione del modello 3D.

Nel group box "**Procedure di stima**" deve essere selezionata la modalità di calcolo della forma phi (vettore rappresentativo il primo modo di vibrare della struttura nella direzione considerata dell'azione sismica, normalizzato rispetto alla componente associata allo spostamento del punto di controllo) o del fattore gamma di errore

e della massa efficace.

E' possibile scegliere tra diverse opzioni:

- **Forma Phi proporzionale alla quota e alla massa:** tale modalità di calcolo valuta in fase di Stima della Vulnerabilità, per tutte le analisi eseguite, la forma  $\phi_i$  calcolando inizialmente le  $\phi_i = z_i m_i / \sum z_j m_j$  (con  $N$  il numero di piani sismici della struttura), successivamente determinando normalizzando le  $\phi_i$  rispetto alla componente  $\phi_c$  associata al punto di controllo prescelto (cfr. § 11.1.5.2):  $\phi_i = \phi_i / |\phi_c|$ . In tal caso come forma caratteristica rappresentativa del primo modo di vibrare della struttura nella direzione di carico, viene adottata di default una distribuzione proporzionale al prodotto delle masse di piano per le relative altezze.
- **Forma Phi personalizzata:** tale modalità consente di scegliere una forma Phi personalizzata, definendola dalla corrispondente voce disponibile dall'ambiente di definizione delle caratteristiche del sistema ridotto, per la stima di vulnerabilità (v. § 11.1.5.3).
- **Fattore gamma e massa efficace assegnati :** impostando questa modalità è possibile assegnare esplicitamente il fattore Gamma e la Massa efficace.
- **Fattore Gamma e Massa Efficace calcolati da analisi modale:** consente di valutare il fattore gamma di partecipazione modale e la massa come richiesto dalle NTC2018, considerando il modo che presenta la percentuale maggiore di massa modale, nella direzione dell'analisi.



## IMPORTANTE

*Per quanto riguarda la procedura di stima, ovvero la modalità di calcolo della forma phi e del fattore gamma di partecipazione modale e della massa efficace, se il modello che si sta aprendo è stato creato con una versione precedente release 4.3.0, esiste un controllo che, di default, imposta la procedura di stima, calcolando la Forma Phi proporzionale alla quota e alla massa.*

*L'utente è comunque libero di modificare le impostazioni, mediante le opzioni avanzate del modello (menu Modello > Opzioni Avanzate), o dettagliatamente, analisi per analisi, dalla form dei dettagli della finestra di stima della vulnerabilità, nella scheda curva del sistema ridotto. In quest'ultimo caso, se le analisi vengono rieseguite si perde la modifica effettuata. E' quindi opportuno, se si vuole utilizzare un metodo diverso per tutte le analisi operare detta modifica dalle opzioni avanzate del modello.*

### 4.2.4. OPZIONI DEL MODELLO

#### COMANDO: MENU MODELLO>OPZIONI DEL MODELLO

Questa finestra è suddivisa in due schede e consente di introdurre le opzioni che determinano la gestione della mesh (cfr. § 4.2.4.1) e degli ammorsamenti d'angolo (cfr. ). Si tratta di opzioni specifiche rivolte ad utenti esperti.

#### 4.2.4.1. SCHEDA GENERAZIONE DELLA MESH

**Controlla il rapporto geometrico degli elementi della mesh:** questa opzione, se attivata, consente di tenere in conto dei limiti nel rapporto geometrico tra i lati degli elementi. Elementi troppo allungati possono infatti dar luogo ad anomalie nel calcolo. Si consiglia tuttavia di selezionare questa opzione solo qualora, ad una ricognizione visiva, la mesh creata automaticamente ha generato pannelli eccessivamente allungati. Un rapporto non superiore a tre tra il lato maggiore e quello minore di ciascun elemento dovrebbe garantire una sufficiente regolarità nella mesh.

**Controlla la massima dimensione degli elementi della mesh:** questa opzione, se attivata, consente di limitare la dimensione massima degli elementi. Il modello impiegato è in grado di simulare il comportamento non lineare di un intero pannello murario, e un infittimento della mesh comporta solo un miglioramento qualitativo nel dettaglio della soluzione, ma senza cambiamenti sostanziali in termini di resistenza globale, e implica inoltre un appesantimento del modello di calcolo a causa di un aumentato numero di elementi. Si consiglia pertanto di selezionare questa opzione solo se indispensabile, per rendere la mesh regolare. In questo caso è necessario non scegliere una lunghezza del lato troppo bassa (mai scendere sotto i 50-60 cm).

**Interrompi la mesh a livello di piano:** questa opzione, se attivata, impone che la mesh di ciascun piano dell'edificio sia indipendente da quella dei piani contermini.

**Interfacce:** l'opzione di gestione dell'interasse delle molle di interfaccia consente di variare il passo delle molle nelle interfacce, che può essere mantenuto automatico, o variato manualmente (si consiglia un passo non inferiore a 20-30 cm per non incorrere in tempi di calcolo eccessivamente onerosi).

E' possibile tenere conto della **rottura fragile delle aste in c.a.** (per approfondimenti teorici si rimanda al Tutorial dedicato "ROTTURE FRAGILI ELEMENTI IN C.A."), sia essa di natura flessionale, che a taglio. E' sufficiente, a tal fine, abilitare le corrispondenti voci disponibili nella finestra delle Opzioni del modello, accedendo dal menu Modello. In particolare, nel groupbox "**Rotture a flessione**

e **taglio**” (Opzione disponibile per chi possiede il modulo 3DM-SMCA). È possibile personalizzare l’analisi:

**Modello con rotture a flessione attive in fase di analisi:** se attivo abilita la rottura flessionale delle aste in c.a.

**Modello con rotture a taglio attive in fase di analisi:** se attivo abilita la rottura a taglio delle aste in c.a. Attivando le rotture a taglio in fase di analisi, a valutazione della resistenza a taglio delle sezioni in c.a. viene effettuata secondo i criteri previsti dalle NTC 2018.

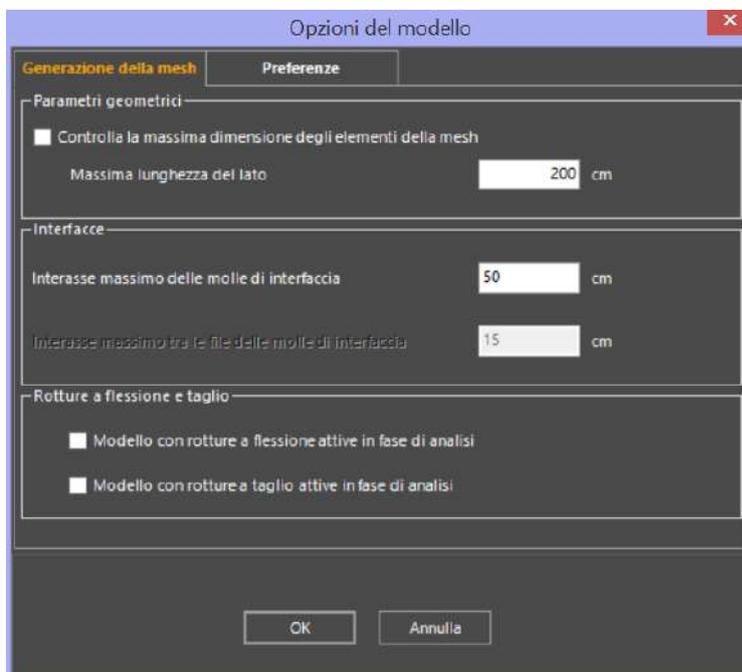


Figura 82. Opzioni di generazione della mesh.

Attivando le rotture a taglio delle aste in fase di analisi, viene inibita la verifica a taglio delle aste in c.a., e il corrispondente comando disponibile dal menu Verifica > Verifiche a Taglio (cfr. § 4.8.2) risulta sempre disabilitato.

Inoltre, è opportuno far notare che, nei casi in cui si voglia tener conto delle rotture fragili a taglio durante le analisi, accedendo successivamente al Registro degli eventi (comando disponibile dal menu Output) (cfr. § 4.7.3), verranno segnalate immediatamente le rotture a taglio, traendo i dati ottenuti dal solutore. Viceversa, nei casi in cui non si tenga conto delle rotture fragili durante l’analisi, gli eventi corrispondenti alla crisi per taglio delle aste vengono valutati dall’interfaccia al momento dell’accesso al registro degli eventi, con oneri maggiori in termini di tempi di elaborazione per la produzione del registro stesso.

## 4.2.4.2. SCHEDA PREFERENZE

**Ammorsamenti d'angolo**

**Ammorsamenti automatici efficaci:** se selezionato rende "efficaci" gli ammassamenti d'angolo automatici, ovvero quelli creati automaticamente dal programma.

Occorre chiarire che, ove necessario (ad esempio in corrispondenza di particolari incroci – particolarmente complessi – tra pannelli e/o aste, il software crea automaticamente degli ammassamenti d'angolo, ovvero degli elementi di interfaccia tra i pannelli (o le aste) convergenti nel nodo, arretrando opportunamente le pareti o le aste confluenti nel nodo stesso (cfr. § 5.3.4.1). Gli ammassamenti automatici si definiscono "efficaci" se sono capaci di trasferire gli sforzi tra un pannello e l'altro confluenti nel nodo. Se essi invece sono inefficaci, fungono solo da vincolo geometrico, ma non trasferiscono gli sforzi.

**ATTENZIONE**

*L'esistenza di un ammassamento d'angolo automatico su un nodo non consente all'utente di modificarlo. Pertanto, per poter modificare l'efficacia degli ammassamenti automatici occorre unicamente agire su questo comando, disponibile nella scheda Preferenze della finestra Opzioni del Modello.*

3DMacro® non considera l'effetto del mutuo ammassamento delle pareti, a meno che l'utente non specifichi esplicitamente la presenza di ammassamento, utilizzando l'apposito comando presente nell'Editor di Impalcato (cfr. § 5).

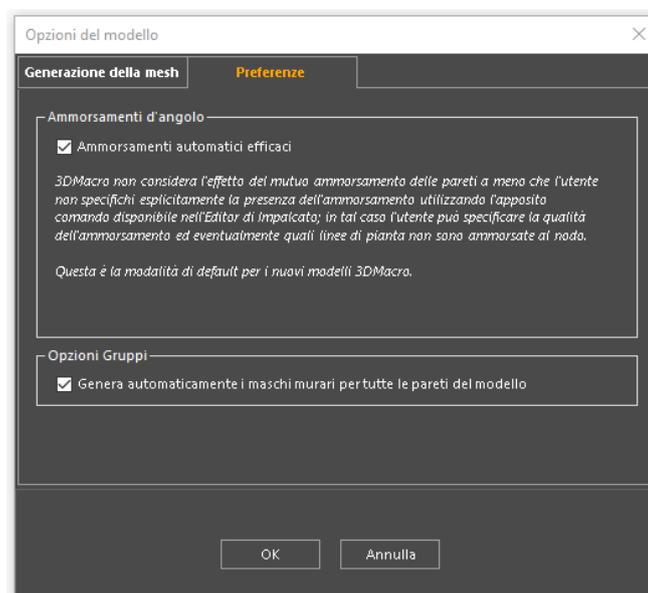


Figura 83. Finestra preferenze: ammassamenti d'angolo e opzioni gruppi

**Opzioni gruppi:**

**Genera automaticamente i maschi murari per tutte le pareti del modello:** se selezionato il software genera automaticamente i maschi murari. Questa operazione automatizzata consente il raggruppamento dei macro-elementi che costituiscono ciascun maschio. Il maschio murario difatti sarà composto da una mesh di  $n \times m$  macro-elementi, per cui la valutazione delle grandezze cinematiche e statiche, ai sensi della normativa vigente, sarà eseguita su ciascun macro-elemento del maschio murario.

Il maschio murario raggiungerà la condizione limite richiesta dalla norma agli SLC e SLD quando i corrispondenti valori limite saranno raggiunti in un allineamento orizzontale o allineato di macroelementi.

La Circ. 7/2019 introduce al punto C8.7.1.3.1 per gli edifici in muratura la valutazione di grandezze cinematiche (quali la rotazione alla corda limite e la deformazione angolare limite) e statiche (il raggiungimento della resistenza massima a taglio) caratterizzanti i maschi murari per l'individuazione dello spostamento di capacità rispettivamente agli stati limite di collasso e di danno (cfr. Manuale Teorico 3DMacro al § 7.3.2).

La nuova versione di 3DMacro consente l'individuazione automatica dei maschi murari per ciascuna parete, identificando il maschio murario suscettibile di danneggiamento nella porzione di parete che, senza soluzione di continuità, si estende tra due livelli sismici. Occorre rilevare che il software 3DMacro non ha la necessità di distinguere tra maschi e fasce di piano e zone immuni dal danneggiamento in quanto la parete in muratura è interamente rappresentata da elementi piani tutti suscettibili di danno e non occorre identificare a priori maschi e fasce essendo peraltro la geometria del maschio in molti casi influenzata dalla disposizione delle aperture e dalla direzione di carico. Tuttavia allo scopo di riportare in risultati anche in coerenza che le richieste di normativa nel seguito si descrive una procedura che consente di individuare, nelle aree di pertinenza dei maschi murari, le zone di crisi e le relative domande di spostamento.

Con la procedura proposta viene individuata una zona di pertinenza dei maschi murari ottenuta da una mesh di  $n \times m$  macro-elementi, per cui la valutazione delle grandezze cinematiche e statiche ai sensi della normativa vigente sarà eseguita su ciascun macro-elemento dell'area di pertinenza. Il maschio murario raggiungerà la condizione limite richiesta dalla norma agli SLC e SLD quando i corrispondenti valori limite saranno raggiunti in un allineamento di macroelementi.

---

#### 4.2.5. OPZIONI GEOTECNICHE

COMANDO: MENU MODELLO > OPZIONI GEOTECNICHE

Attraverso la finestra opzioni geotecniche (disponibile solo se si possiede il Modulo **3DM GEO**) è possibile scegliere i metodi di calcolo utilizzati ed impostare alcuni parametri necessari per le verifiche geotecniche. Per accedere alla finestra selezionare 'Opzioni geotecniche' dal menu 'Modello' presente nell'area di lavoro principale.

La finestra è composta da due schede da cui è possibile gestire le opzioni di calcolo per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE).

#### 4.2.5.1. SCHEDA VERIFICHE STATI LIMITE ULTIMI

La prima scheda destra delle Opzioni di calcolo geotecnico è pertinente alle verifiche agli stati limite ultimi (SLU).

Si omette lo stato limite per perdita di equilibrio (EQU), giacchè non pertinente con la tipologia strutturale trattata in 3DMacro.

Con riferimento agli altri Stati Limite Ultimi le NTC ribadiscono che gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati da:

- Mobilitazione della resistenza del terreno;
- Raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nella scheda Verifiche agli Stati Limite Ultimi è possibile impostare le opzioni relative alla verifica della **capacità portante del terreno di fondazione** (SLU.GEO.A) e la verifica per **scorrimento** sul piano di posa (SLU.GEO.B).

L'Approccio di verifica, alla luce delle cogenti NTC2018, è quello definito come Approccio 2. Le verifiche geotecniche di tipo (GEO.A) e (GEO.B) devono essere effettuate secondo **la combinazione (A1+M1+R3)** dei coefficienti parziali, tenendo conto dei valori dei coefficienti riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I. delle stesse Norme, ed in **condizioni drenate e non drenate**.

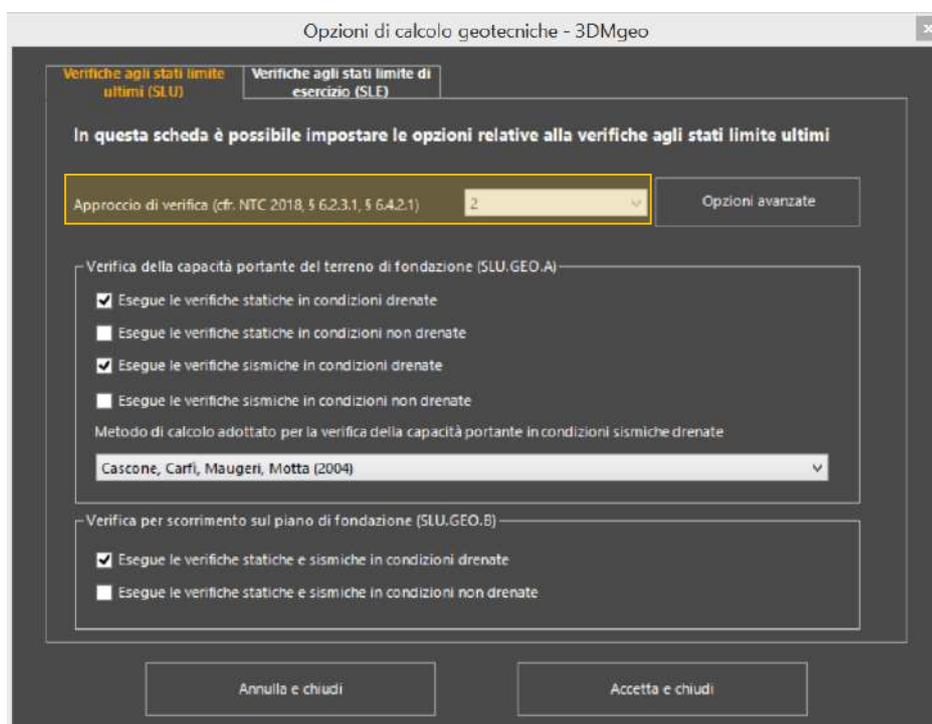


Figura 84. Opzioni geotecniche: scheda verifiche agli SLU

Le verifiche della capacità portante sono eseguite secondo il metodo di Brinch-Hansen per le combinazioni di carico non sismiche (drenate o non drenate).

Dal menu a tendina presente nel riquadro delle opzioni per le verifiche della capacità portante (SLU.GEO.A) è possibile scegliere il metodo di calcolo da utilizzare per le verifiche in condizioni

sismiche drenate. In particolare, per le combinazioni di carico sismiche drenate, è possibile eseguire le stesse utilizzando il primo o il secondo metodo di Paolucci e Pecker, oppure il metodo Cascone et al. (cfr. il manuale teorico geotecnico) o l'Eurocodice 8 (UNI EN 1998-5:2005).

Se invece le verifiche sismiche sono condotte in condizioni non drenate le uniche formulazioni utilizzabili sono quelle dell'Eurocodice 8.

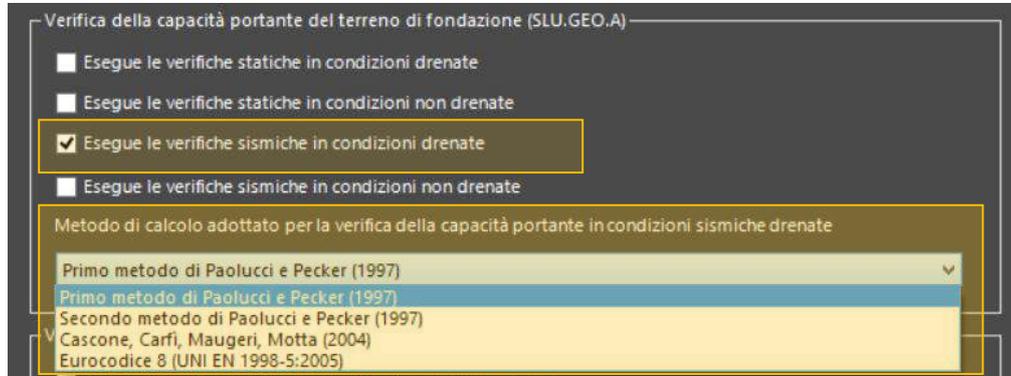


Figura 85. Opzioni geotecniche: scheda verifiche agli SLU

Dalla finestra VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) è possibile accedere alle opzioni di calcolo avanzate, cliccando sul bottone **OPZIONI AVANZATE**, posizionato in alto a destra della stessa.

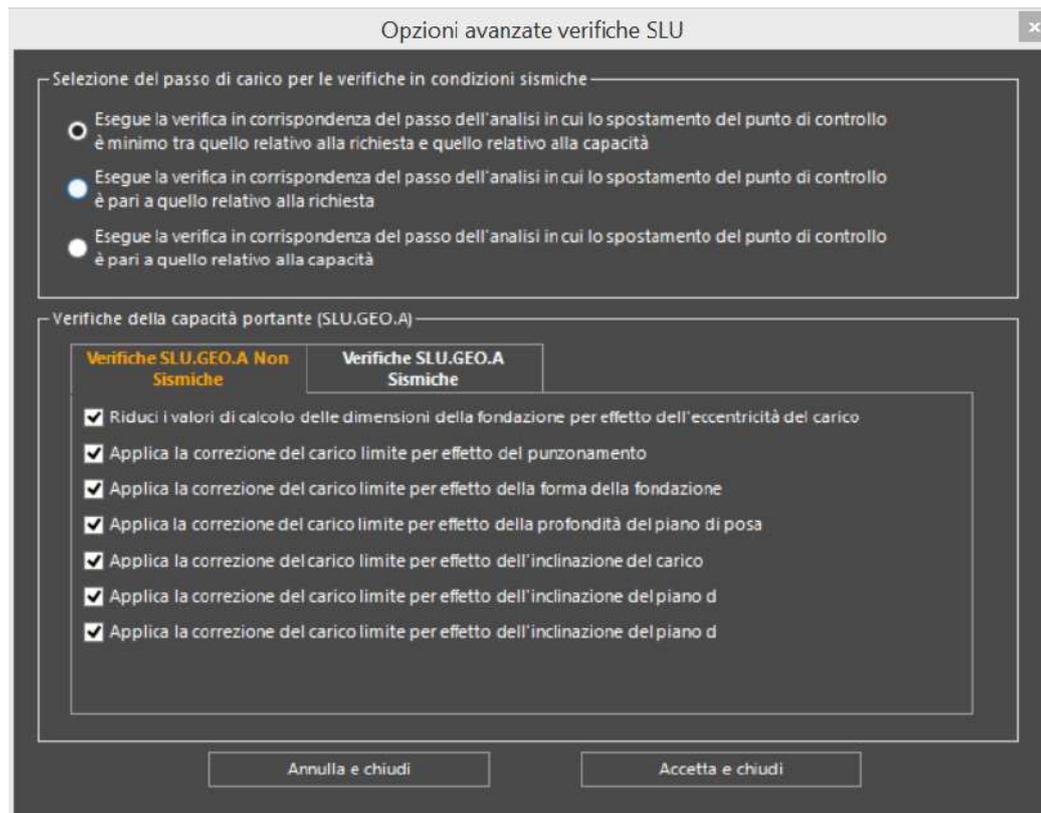


Figura 86. Opzioni geotecniche avanzate verifiche SLU

La finestra delle OPZIONI AVANZATE in VERIFICHE SLU si compone di due sezioni.

- Selezione del passo di carico per le verifiche in condizioni sismiche, che consente di selezionare il passo dell'analisi pushover, in corrispondenza del quale effettuare le verifiche geotecniche;
- Verifiche della capacità portante (SLU.GEO.A), che consente di personalizzare i coefficienti correttivi da applicare per il calcolo del carico limite (capacità portante), sia in condizioni sismiche e statiche.

E' possibile eseguire le verifiche geotecniche in condizioni sismiche, facendo riferimento ad un particolare passo delle analisi pushover sismiche eseguite, e precisamente:

- Il passo dell'analisi pushover in cui lo spostamento del punto di controllo è minimo tra quello relativo alla richiesta e quello relativo alla capacità;
- Il passo dell'analisi pushover in cui lo spostamento del punto di controllo coincide con quello relativo alla richiesta;
- Il passo dell'analisi pushover in cui lo spostamento del punto di controllo coincide con quello relativo alla capacità.

Applicando i coefficienti correttivi in condizioni sia statiche che sismiche, l'utente sceglierà di applicare i fattori riduttivi per il calcolo del carico limite in entrambe le condizioni, a favore di sicurezza.



### ATTENZIONE

La prescrizione per le altre verifiche agli SLU, per le quali le NTC2018 precisano che devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dal solo Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I. delle NTC. Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(*)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

#### 4.2.5.2. SCHEDA VERIFICHE STATI LIMITE DI ESERCIZIO

In questa scheda è possibile impostare le opzioni relative alle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE). Tali verifiche sono condotte rispetto alle combinazioni di carico non sismiche. In particolare è possibile:

- richiedere l'esecuzione delle verifiche dei cedimenti per le stratigrafie composte da terreni a grana grossa ovvero per quelle composte da terreni a grana fine;
- scegliere le metodologie di calcolo dei cedimenti.

Opzioni di calcolo geotecniche - 3DMgeo

Verifiche agli stati limite ultimi (S.L.U.)    Verifiche agli stati limite di esercizio (S.L.E.)

In questa scheda è possibile impostare le opzioni relative alla verifica dei cedimenti agli stati limite di esercizio in condizioni non sismiche

Esegue le verifiche per le stratigrafie composte da terreni a grana grossa

Esegue le verifiche per le stratigrafie composte da terreni a grana fine

Esegue le verifiche per le stratigrafie miste composte da terreni a grana fine e a grana grossa (applicando i metodi per le stratigrafie omogenee composte da terreni a grana fine)

Discretizza la stratigrafia in strati di spessore massimo pari a  cm

Metodo di calcolo utilizzato

Tempo, espresso in anni dopo il termine della costruzione, in corrispondenza del quale si calcolano i cedimenti a grana fine  anni

Opzioni avanzate per il calcolo dei cedimenti delle stratigrafie composte da terreni a grana fine

Metodo di calcolo utilizzato

I cedimenti sono calcolati a fine consolidazione.

Figura 87. Opzioni geotecniche: scheda verifiche agli SLE

Inoltre, per le verifiche delle stratigrafie composte da terreni a grana grossa, è necessario definire il tempo, espresso in anni dopo il termine della costruzione, in corrispondenza del quale si intende calcolare il cedimento. Il cedimento delle stratigrafie composte da terreni a grana fine viene calcolato a fine consolidazione.



### ATTENZIONE

*I metodi implementati per il calcolo dei cedimenti sono applicabili a stratigrafie omogenee, composte solo da terreni a grana grossa ovvero solo da terreni a grana fine. Per stratigrafie eterogenee, composte da terreni a grana grossa e a grana fine, è possibile calcolare i cedimenti scegliendo uno dei seguenti metodi: metodo edometrico, Padfield Sharrock, Skempton-Bjerrum. In tal caso occorre selezionare l'opzione "Esegue le verifiche per le stratigrafie composte da terreni a grana fine e a grana grossa". Tale scelta comporta in sede di definizione dei terreni a grana grossa (cfr. S 4.3.6) l'attribuzione del valore di calcolo del modulo edometrico e di tutti quei parametri richiesti dal metodo di calcolo adottato.*

### 4.3. MENU DEFINISCI

Questa voce del menu principale consente di accedere alla definizione delle principali proprietà degli elementi del modello, da assegnare poi singolarmente a ciascuno di essi.

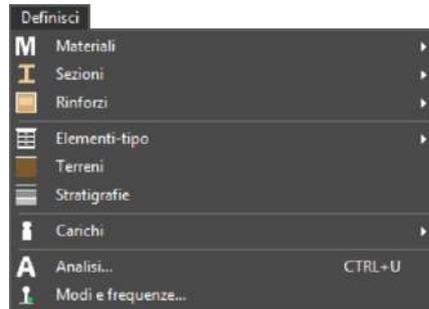


Figura 88. Menu definisci.

- **Materiali:** vengono distinti i materiali per le murature (cfr. § 4.3.1), dai materiali per le aste (travi, pilastri), per i setti e per i solai (cfr. § 4.3.2). È possibile avviare le relative finestre attraverso i comandi rapidi: CTRL+M, per avviare la finestra "definisci materiali muratura", e CTRL+A per avviare la finestra "definisci altri materiali" (cfr. § 2.1.1).

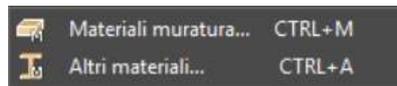


Figura 89. Menu definizione Materiali

- **Sezioni:** sono presenti due voci selezionabili, la prima avvia la finestra "Sezioni per asta" (cfr. § 4.3.3.1), la seconda avvia la finestra "Sezioni per solaio" (cfr. § 4.3.3.2).

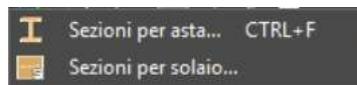


Figura 90. Menu definizione Sezioni

- **Rinforzi:** definisce eventuali rinforzi strutturali sulle murature (CAM, Compositi, quali sistemi di rinforzo Fibre Net, rinforzi in FRP, e Murature armate).

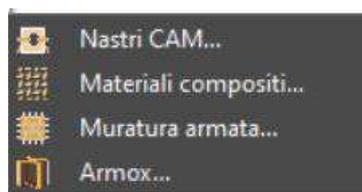


Figura 91. Menu definizione Rinforzi

- **Elementi tipo:** avvia la finestra "definisci elementi tipo" (cfr. § 4.3.5).

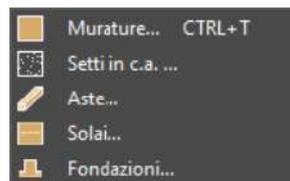


Figura 92. Menu definizione Elementi Tipo

- **Terreni:** avvia la finestra di definizione dei parametri meccanici del terreno per la caratterizzazione fisica e geotecnica dei litotipi rilevati in situ.
- **Stratigrafie:** avvia la finestra caratterizzazione delle stratigrafie del terreno al di sotto del piano di fondazione, in funzione delle quali vengono operate le verifiche di tipo geotecnico.
- **Carichi:** avvia la finestra "definisci carichi" (cfr. § 4.3.8 );

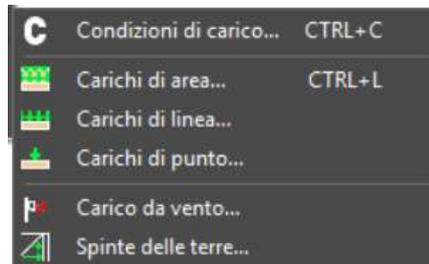


Figura 93. Menu definizione Carichi

- **Analisi:** avvia la finestra "definisci analisi" (cfr. § 4.3.9);
- **Modi e frequenze:** avvia la finestra "definisci modi e frequenze" (cfr. § 4.3.10).

Tutte le finestre di input di questo menu, si compongono di due sezioni principali:

- La sezione a sinistra contiene la lista degli elementi definiti e la barra dei menu per introdurre, eliminare o duplicare gli elementi della lista (come descritto nel seguito);
- La sezione a destra permette di modificare le caratteristiche dell'elemento selezionato.

In via esemplificativa, si riporta di seguito la finestra definisci materiali muratura.

In basso è visualizzata la normativa adottata (selezionata nella scheda "Impostazioni generali", cfr. § 4.2.1), e a destra i bottoni "Annulla e chiudi" (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e "Accetta e chiudi" (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

Attraverso la "lista degli elementi" è possibile eseguire le seguenti operazioni:

- definire un nuovo elemento: selezionando una cella vuota ed inserendo il nome; tale nome dovrà essere privo di spazi;
- cancellare un elemento definito dalla lista: selezionando il nome del materiale e premendo il tasto "canc" ovvero cliccando sul bottone ;
- modificare il nome di un elemento della lista: selezionando il materiale ed editando il nome;
- accedere alla scheda delle proprietà dell'elemento: selezionando il materiale in elenco;
- impostare automaticamente i colori per ciascun elemento definito: deselegnando dal menu a tendina "Colori" la voce "Gestisci colori automaticamente" e attivando "Riassegna i colori adesso".

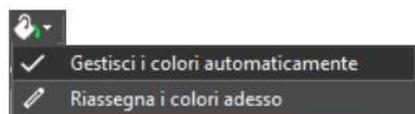


Figura 94. Menu a tendina colori

È possibile nascondere la lista dei materiali definiti, cliccando sul bottone  "Nascondi Elenco". Per visualizzarla nuovamente basta cliccare sul bottone in alto a sinistra che riporta l'etichetta scritta in verticale "Materiali".



Figura 95. Finestra esemplificativa del menu Definisci

Attraverso la scheda delle proprietà dell'elemento, posta a destra, è possibile modificare i seguenti parametri di carattere generale:

- **Nome:** il nome dell'elemento selezionato. Tale nome non deve contenere spazi.
- **Commento:** ove è possibile dare una descrizione estesa del tipo di elemento.
- **Colore:** è possibile associare all'elemento un colore identificativo. Questo comando sarà attivo solo deselezionando la voce "Gestisci colori automaticamente" dal menu a tendina "Colori" riportato nella sezione di sinistra.



### ATTENZIONE

*Il nome dell'elemento non deve contenere spazi.*

#### 4.3.1. DEFINISCI MATERIALI MURATURA

COMANDO: MENU DEFINISCI>MATERIALI>MATERIALI MURATURA

La muratura possiede delle peculiarità che distinguono il suo comportamento rispetto a tutti gli altri materiali (calcestruzzo, acciaio etc..., cfr. § 4.3.2). Essa è infatti caratterizzata da comportamenti diversi, a seconda delle azioni che coinvolgono il pannello murario (cfr. manuale teorico). 3DMacro® è un codice di calcolo che simula in maniera precisa il comportamento non lineare di questo materiale. E' per questo che l'immissione delle caratteristiche meccaniche della muratura richiede una sua finestra con specificità proprie, che la distinguono dagli altri materiali.

La finestra materiali muratura consente di definire i materiali che verranno impiegati nel modello. Come già specificato nella parte generale del paragrafo 4.3, questa finestra si compone di due sezioni, in cui vengono riportati: a sinistra la lista dei materiali definiti e a destra le proprietà di ciascun materiale selezionato dalla lista.

In basso è visualizzata la normativa adottata e a destra i bottoni "Annulla e chiudi" (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e "Accetta e chiudi" (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

La scheda proprietà del materiale selezionato, posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr par. 4.3), permette la modifica dei seguenti parametri:

- **Unità di misura:** tramite il menu a tendina, è possibile impostare le unità di misura, in base alle quali verranno visualizzati i dati dimensionali. L'opzione predefinita prevede l'utilizzo delle unità di misura suggerite dalla normativa adottata.
- **Muratura esistente/nuova:** le normative supportate dal programma distinguono la definizione dei materiali in base al fatto che il materiale sia esistente o nuovo. La restante parte della scheda dipende dall'opzione selezionata
- **Modalità standard/avanzata:** scegliendo la modalità avanzata l'utente potrà assegnare direttamente i parametri di calcolo senza tenere in conto in maniera automatica delle indicazioni di normativa ossia dei coefficienti correttivi, del fattore di confidenza e dei coefficienti di sicurezza parziali.

#### 4.3.1.1. MURATURA ESISTENTE

Nel caso in cui sia stata selezionata l'opzione muratura esistente il programma richiede l'inserimento dei seguenti parametri e dati al fine di caratterizzare la tipologia della muratura.

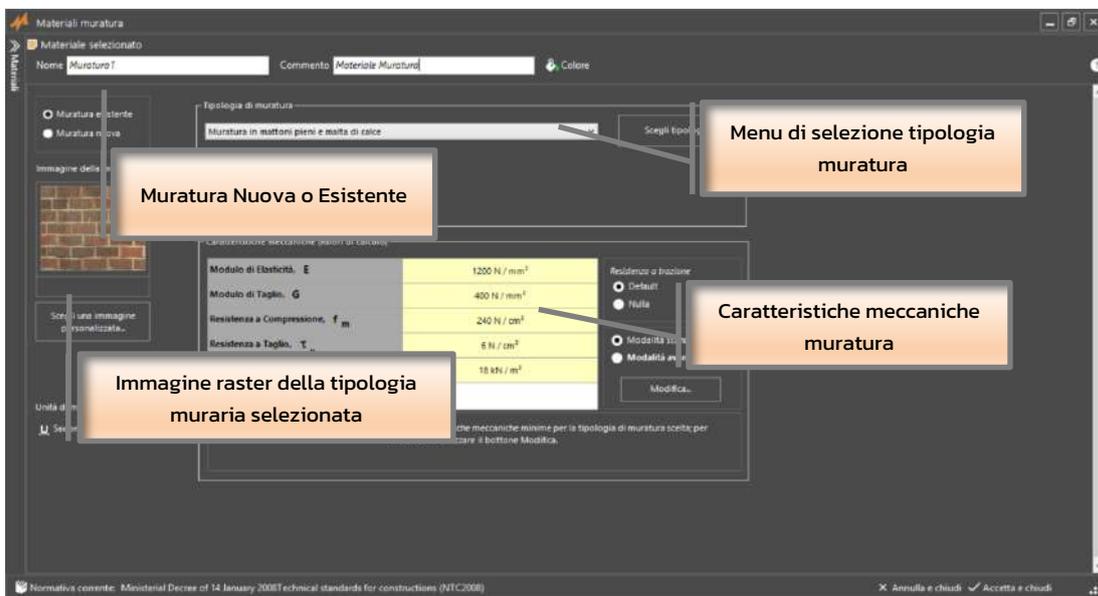


Figura 96. Finestra definizione del materiale muratura esistente.

- **Tipologia di muratura:** l'utente può scegliere il tipo di muratura (muratura in pietrame disordinata, etc...), selezionando la relativa voce dal menu a tendina. Tale scelta consentirà all'utente di attribuire rapidamente i valori minimi delle caratteristiche meccaniche (modulo di elasticità normale o di Young  $E$ , modulo di elasticità tangenziale  $G$ , etc...), consigliate dalla normativa adottata per il tipo di muratura selezionata (cfr. Tabella 11.D.1 OPCM 3431/2005, cfr. tabella C8A2.1, Circolare n.7 21/01/2019). La scelta della tipologia muraria risulta inoltre decisiva ai fini della possibilità di applicare i coefficienti correttivi previsti dalla normativa in presenza di particolari caratteristiche della muratura, o di eventuali interventi di miglioramento delle caratteristiche su di essa applicati. Non tutte le tipologie murarie sono infatti atte a subire alcuni tipi di interventi di miglioramento.
- **Scegli una immagine personalizzata:** è possibile cambiare l'immagine raster per la rappresentazione grafica della tipologia di muratura selezionata.
- **Livello di conoscenza,** rappresenta il grado di conoscenza della struttura portante dell'edificio, ed è una proprietà comune a tutte le normative. La scelta del livello di conoscenza implica l'adozione del corrispondente fattore di confidenza  $FC$ : il minore

livello di conoscenza dell'edificio determina una riduzione della resistenza a compressione e della resistenza a taglio secondo la seguente espressione:  $f_m = f_{m,k} / FC$  (cfr. 11.5.3 OPCM 3431/2005, cfr. appendice C8A Circolare 21 gennaio 2019, n. 7).

- **Caratteristiche meccaniche.** In questa tabella sono visualizzate le caratteristiche meccaniche di calcolo principali (modulo di elasticità normale o di Young  $E$ , modulo di elasticità tangenziale  $G$ , resistenza a compressione  $f_m$ , resistenza a taglio  $\tau_0$ , peso specifico  $w$ ). Di default questi valori sono ottenuti a partire dai valori medi consigliati dalla normativa adottata per la tipologia di muratura selezionata, penalizzati per il corrispondente fattore di confidenza.

Cliccando sul bottone **Modifica** si possono variare questi parametri di calcolo, attraverso le seguenti modalità:

- **Modifica in modalità standard:** si aprirà una finestra composta da una tabella principale e varie opzioni.
  - È possibile modificare i parametri caratteristici ( $E$ ,  $G$ ,  $f_m$ ,  $\tau_0$ ,  $w$ ) per ottenere quelli di calcolo secondo la normativa adottata:
  - Selezionando il valore caratteristico (minimo, medio, massimo) consigliato dalla normativa adottata (tab. 11.D.1 OPCM 3431/2005, tab. C8.5.I Circolare n.7 del 21/01/2019, se si seleziona NTC2018, e tab. C8.A.2.1 Circolare n.617, 09/02/2019 se si seleziona NTC2008)
  - Digitando il valore caratteristico (di base), ovvero inserendo una formula (utilizzando gli operatori +, -, \*, /, nonché le parentesi tonde (...)) nella corrispondente colonna "valore base". Per esempio, digitando  $(890+10)/0,9$  e premendo il tasto invio, il programma eseguirà automaticamente l'operazione richiesta riportando il risultato – pari a 1000 – nella colonna "Valore di calcolo": solo quest'ultimo valore sarà utilizzato dal software come *valore di calcolo* ai fini delle analisi strutturali.
  - Il valore di base, o caratteristico, precedentemente determinato deve essere corretto, ai sensi della normativa adottata, applicando opportuni coefficienti correttivi. Questi ultimi dipendono dalle caratteristiche della muratura (malta di buona qualità, giunti sottili, ricorsi o listature connessione trasversale, nucleo scadente e/o ampio, iniezioni di miscele leganti, intonaco armato, diatoni artificiali). In assenza di particolari specifiche i valori delle proprietà meccaniche della muratura si attestano sui valori minimi previsti dalle tabelle specifiche per la normativa adottata sulla base della tipologia muraria selezionata. È possibile editare tali informazioni nel caso in cui si disponga di dati più precisi. Tali dati vengono poi affetti dai coefficienti correttivi sulle base delle caratteristiche selezionate. Alcuni di questi fattori non sono combinabili: in questo caso se un fattore non può essere cumulato a uno già selezionato, esso verrà spostato nella lista dei coefficienti correttivi non applicabili. Inoltre alcuni fattori correttivi non sono compatibili con certe tipologie murarie: anche in questo caso verranno riportati tra i coefficienti non applicabili. Alcune di questi fattori correggono le caratteristiche di rigidezza della muratura, altre intervengono sia nei parametri di deformabilità che in quelli di resistenza.
  - Cliccando su "Chiudi" si aggiorna automaticamente la tabella delle caratteristiche meccaniche della finestra precedente.
- **Modifica in modalità avanzata:** si aprirà una finestra molto articolata il cui uso è rivolto ad utenti esperti. Da questa finestra è possibile intervenire su tutti i parametri che governano il comportamento dell'elemento di in muratura sia essa nuova che esistente. L'uso della finestra modifica in modalità avanzata è approfondito nelle successive pagine nel relativo capitolo (cfr. § 4.3.1.3).



### ATTENZIONE

La selezione dell'opzione "Usa valori di calcolo definiti dall'utente" inibisce la selezione del fattore di confidenza, ed eventuali coefficienti correttivi. I valori immessi in questa finestra corrispondono quindi con quelli di calcolo.

Parametri meccanici	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo	Valore base	Coefficiente correttivo	FC	Valore di calcolo
Modulo di elasticità normale, E	1200	1500	1800	1200 N / mm <sup>2</sup>	1		1200 N / mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità tangenziale, G	400	500	600	400 N / mm <sup>2</sup>	1		400 N / mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione, fm	240	320	400	240 N / cm <sup>2</sup>	1	1	240 N / cm <sup>2</sup>
Resistenza a taglio, tau0	6	7.6	9.2	6 N / cm <sup>2</sup>	1	1	6 N / cm <sup>2</sup>
Peso specifico, w		18					18 kN / m <sup>3</sup>

Valutazione automatica dei coefficienti correttivi

**Coefficienti correttivi applicabili:**  
 Malta buone (1,5)    Giunti sottili (1,5)    Connessioni trasversali (1,3)  
 Nucleo scadente e/o ampio (0,7)    Iniezioni di miccele leganti (1,5)    Intonaco armato (1,5)

**Coefficienti correttivi non applicabili:**  
 Ricorsi o listature

**Tipologia:**  
 Mattoni pieni  
 Muratura in mattoni pieni e malta di colca

Figura 97. Finestra per la modifica delle caratteristiche meccaniche in modalità standard.



### IMPORTANTE

Modificando dalle impostazioni generali del modello la Normativa Corrente dal D.M.14.01.2008 al D.M. 17.01.2018, viene rilasciato un messaggio in cui si informa l'utente che modificando la normativa di riferimento tutte le impostazioni correnti del modello (materiali, carichi, etc.) verranno convertite automaticamente. Pertanto è opportuno controllare e verificare manualmente i parametri impostati da programma.

Cambiando la normativa di riferimento corrente, i materiali muratura, con tipologie affini nella descrizione delle categorie delle due normative, vengono ridefiniti automaticamente, assegnando i valori minimi delle proprietà meccaniche, come previsto dalla nuova normativa prescelta.

Pertanto è importante controllare le impostazioni generali dei materiali, dopo aver modificato la normativa di riferimento.

Normativa corrente: **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)**

Nome: Consoll\_SF\_4.2.1

Autore:

Società:

Commento:

Dati edificio:
 

- Nuova costr.
- Muratura
- Isolato

Struttura portante:

Corpo di fabbrica:

Modificando la normativa di riferimento tutte le impostazioni correnti del modello (materiali, carichi, ecc) verranno convertite automaticamente. E' comunque opportuno verificare manualmente i parametri impostati dal programma. Si desidera proseguire?

default: LC-3

Si    No

Figura 98. Messaggio rilasciato alla modifica della normativa corrente.



## APPROFONDIMENTO

Si riporta la Tabella C8.5.I con i Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura di cui alla Circolare Ministeriale n.7/2019:

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{V0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 + 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione (può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC).

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

Si riporta la tabella C8.5.II di cui alla C.M. 7/2019:

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ritratatura armata con connessione dei paramenti (***)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

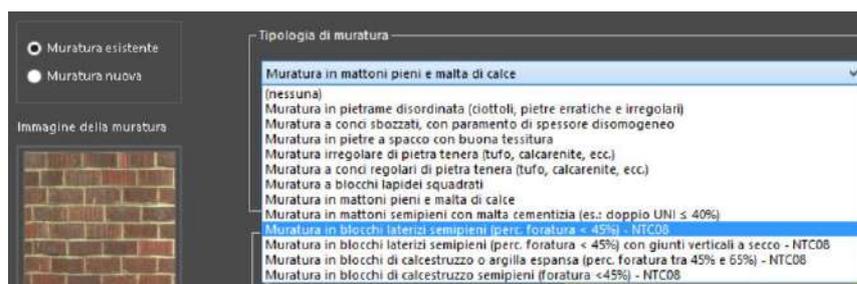
(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,5}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

La Circolare ministeriale n.7/2019 non prevede alla tabella C8.5.I e C8.5.II alcune delle tipologie già contemplate nelle corrispondenti tabelle della Circolare n. 617/2009, e precisamente per Muratura in blocchi laterizi semipieni e Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa e Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni.

Dette tipologie vengono comunque riportate nell'elenco della definizione Tipologia di Muratura, con l'indicazione NTC08 ed i valori dei parametri meccanici proposti sono quelli della Circolare n.617/2019.



### 4.3.1.2. MURATURA NUOVA

Nel caso in cui sia stata selezionata l'opzione muratura nuova, la finestra richiede l'inserimento dei seguenti parametri e dati al fine di determinare le caratteristiche meccaniche di calcolo della muratura nel suo complesso (elemento resistente + malta). Queste ultime possono essere impostate secondo le indicazioni di normativa selezionando i parametri seguenti, che riportano il simbolo (\*).

#### 4.3.1.2.1. MURATURA NUOVA SECONDO O.P.C.M. 3431/2005

Nel caso in cui la normativa adottata sia O.P.C.M. 3431/2005, si deve fare riferimento al D.M. 20/11/1987 per la caratterizzazione meccanica della muratura. Nel riquadro "Elementi" sono riportate le caratteristiche meccaniche relative agli elementi resistenti artificiali o naturali:

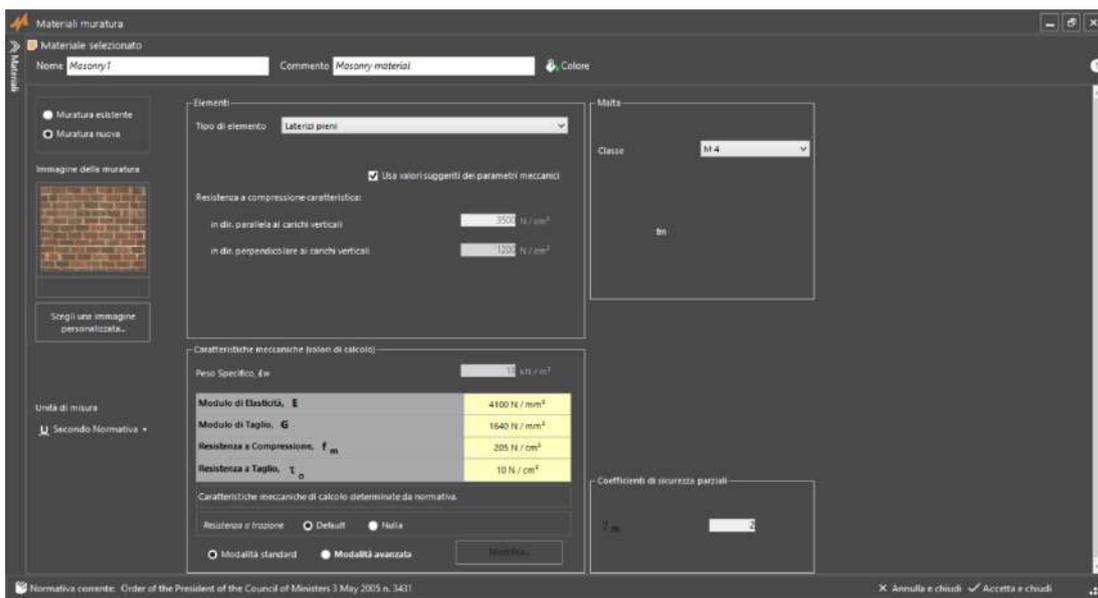


Figura 99 Finestra muratura nuova secondo o.p.c.m. 3431/2005

- **Tipo di elemento (\*)**: il tipo di elemento resistente artificiale (cfr. § 1.2.2, D.M. 20/11/87) o naturale (cfr. § 1.2.3 D.M. 20/11/87). Si ricorda che ai sensi del § 8.1.2, OPCM 3431/2005, non può essere utilizzata la muratura listata nelle zone 1, 2 e 3.
- **Resistenza a compressione caratteristica in direzione parallela ai carichi verticali,  $f_{bk}$** : questo valore è ricavato in accordo alla normativa adottata (cfr. § 1.2.1, allegato 1, D.M. 20/11/87), in funzione del tipo di elemento. Tale parametro è modificabile deselectionando l'opzione "usa valori suggeriti dei parametri meccanici"
- **Resistenza a compressione caratteristica in direzione ortogonale a quella dei carichi verticali,  $\overline{f_{bk}}$** : questo valore è ricavato anch'esso in accordo alla normativa adottata (cfr. § 1.2.2, allegato 1, D.M. 20/11/87), in funzione del tipo di elemento. Tale parametro è modificabile deselectionando l'opzione "usa valori suggeriti dei parametri meccanici"

Nel riquadro "Malta" sono riportate le caratteristiche meccaniche relative alla malta. Le modalità di input cambiano a secondo della normativa adottata. In particolare con riferimento all'OPCM 3431/2005 è richiesta la classe della "malta a composizione prescritta" in accordo al § 1.2.1, D.M. 20/11/87.

- **Classe (\*)**: l'utente dovrà selezionare la classe.

Inoltre è possibile definire anche i seguenti parametri:

- **Scegli una immagine personalizzata:** è possibile cambiare l'immagine raster adottata per indicare il tipo di muratura nella rappresentazione grafica del modello tridimensionale e nella relazione di calcolo.

Nel riquadro "Caratteristiche meccaniche (valori di calcolo)" sono riportati i valori di calcolo delle caratteristiche meccaniche relative alla tipologia della muratura adottata. Questi sono:

- **Peso specifico:** è il peso per unità di volume della muratura.
- **Modulo di elasticità normale,  $E$ :** è pari a  $E=1000 f_k$  (cfr. § 2.1, allegato 2, D.M. 20.11.1987), dove  $f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione ed è ricavata in accordo alla tabella D, § 3.3.1.1.
- **Modulo di elasticità tangenziale,  $G$ :** è pari a  $G=0,4 E$  (cfr. § 2.1, allegato 2, D.M. 20.11.1987).
- **Resistenza a compressione,  $f_m$ :** è la resistenza di calcolo a compressione  $f_d$  pari a  $f_k / \gamma_M$  (cfr. § 2.4.2.2, D.M. 20.11.1987), dove  $f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione (ricavata in accordo alla tabella D, § 3.3.1.1, D.M. 20.11.1987), mentre  $\gamma_M$  è pari a 2 (cfr. § 8.1.1, OPCM 3431/2005).
- **Resistenza a taglio,  $\tau$ :** è la resistenza di calcolo a taglio in assenza di carichi verticali  $f_{vd0}$  pari a  $f_{vk0} / \gamma_M$  (cfr. § 2.4.2.3.2, D.M. 20.11.1987), dove  $f_{vk0}$  è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali. Quest'ultima è ricavata in accordo alla tab. E, § 3.3.2.1, D.M. 20.11.1987, mentre  $\gamma_M$  è pari a 2 (cfr. § 8.1.1, OPCM 3431/2005).

Suddetti parametri sono modificabili, svincolandosi così dai criteri e dalle indicazioni di normativa, selezionando l'opzione "modalità avanzata" e cliccando sul bottone "modifica...".

#### 4.3.1.2.2. MURATURA NUOVA SECONDO NTC2005

Nel caso in cui la normativa adottata sia il DM 14.09.2005, nel riquadro "Elementi" sono riportate le caratteristiche meccaniche relative agli elementi resistenti artificiali o naturali:

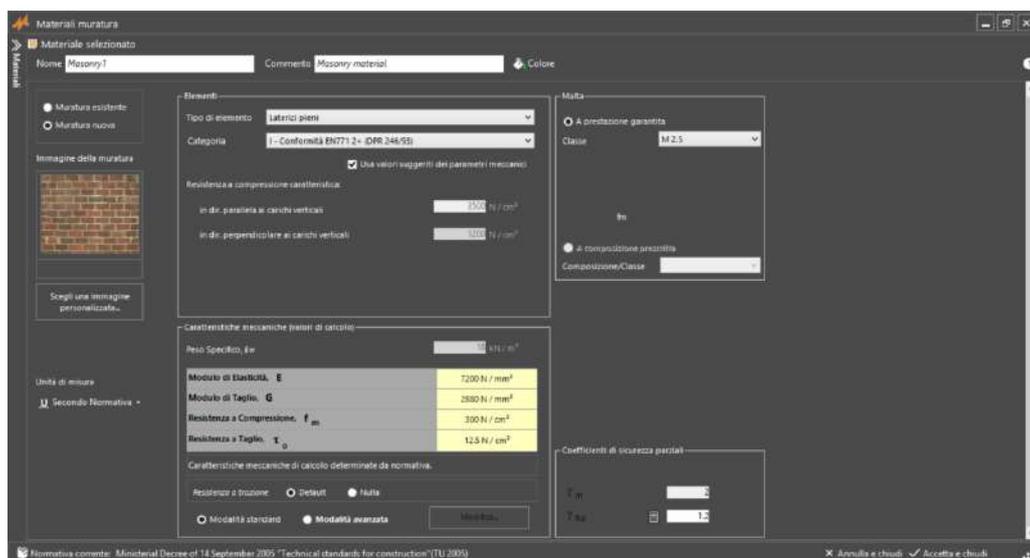


Figura 100 Finestra muratura nuova secondo NTC2005

- **Tipo di elemento (\*):** il tipo di elemento resistente artificiale o naturale.
- **Categoria (\*):** indica la categoria dell'elemento resistente conforme alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 (cfr. § 11.9.1, D.M. 14.09.2005)

- **Resistenza a compressione caratteristica in direzione parallela ai carichi verticali,**  $f_{bk}$ : valore della resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (cfr. § 11.9.2, D.M. 14.09.2005) valutato secondo la normativa adottata in funzione del tipo di elemento e della sua categoria. Tale parametro è modificabile deselectando l'opzione "usa valori suggeriti dei parametri meccanici"
- **Resistenza a compressione caratteristica in direzione perpendicolare ai carichi verticali,**  $f_{bk}$ : valore della resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (cfr. § 11.9.3, D.M. 14.09.2005) valutato secondo la normativa adottata in funzione del tipo di elemento e della sua categoria. Tale parametro è modificabile deselectando l'opzione "usa valori suggeriti dei parametri meccanici"

Nel riquadro "Malta" sono riportate le caratteristiche meccaniche relative alla "malta a prestazione garantita" (cfr. § 11.9.4, D.M. 14.9.2005). Si precisa che, ai sensi della norma citata, non è contemplata la definizione della "malta a composizione prescritta" (cfr. § 1.2.1 D.M. 20/11/87, cfr. § 11.10.2 D.M. 14.01.2008).

Pertanto i dati di input sono:

- **Classe (\*):** in questo menu a tendina l'utente dovrà selezionare la classe della malta in accordo alla normativa adottata (cfr. tabella 11.9.V, D.M. 14.09.2005)
- **Resistenza a compressione dichiarata dal produttore (\*):** (parametro opzionale) nel caso sia stato selezionato dal menu a tendina "Classe", la voce "Classe  $M_d$  dichiarata dal produttore", l'utente potrà inserire il valore della resistenza a compressione "d" dichiarata dal produttore della malta. Con riferimento al D.M. 14.09.2005 si ricorda che, ai sensi della tabella 11.9.V, tale resistenza dovrà essere maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup>.

Inoltre è possibile definire anche i seguenti parametri:

- **Scegli una immagine personalizzata:** è possibile cambiare l'immagine raster adottata per indicare il tipo di muratura nella rappresentazione grafica del modello tridimensionale e nella relazione di calcolo.

Nel riquadro "Caratteristiche meccaniche valori di calcolo" sono riportati i valori di calcolo delle caratteristiche meccaniche relative alla tipologia della muratura adottata.

- **Peso specifico:** è il peso per unità di volume della muratura.
- **Modulo di elasticità normale, E:** è pari a  $E=1000 f_k$  (cfr. § 11.9.5.4), dove  $f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione ed è ricavata in accordo alle tabelle 11.10.V e 11.10.VI
- **Modulo di elasticità tangenziale, G:** è pari a  $G=0,4 E$  (cfr. § 11.9.5.4)
- **Resistenza a compressione,  $f_m$ :** è la resistenza di calcolo a compressione  $f_d$  pari a  $f_k / \gamma_M \gamma_{Rd}$  (cfr. § 5.4.6.1), dove  $f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione ed è ricavata in accordo alle tabelle 11.9.VI e 11.9.VII,  $\gamma_M$  è fissato in accordo al § 5.4.6.1, mentre  $\gamma_{Rd}$  è ricavato dalla tab. 5.4.III del D.M. 14.09.2005.
- **Resistenza a taglio,  $\tau_0$ :** è la resistenza di calcolo a taglio in assenza di carichi verticali  $f_{vd0}$  pari a  $f_{vk0} / \gamma_M \gamma_{Rd}$  (cfr. § 5.4.6.1), dove  $f_{vk0}$  è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali. Quest'ultima è ricavato dalle tab. 11.9.VIII, 11.9.IX, 11.9.X,  $\gamma_M$  è fissato in accordo al § 5.4.6.1, mentre  $\gamma_{Rd}$  è ricavato dalla tab. 5.4.III del D.M. 14.09.2005.

Suddetti parametri sono modificabili, svincolandosi così dai criteri e dalle indicazioni di normativa, selezionando l'opzione "modalità avanzata" e cliccando sul bottone "modifica...".

## 4.3.1.2.3. MURATURA NUOVA SECONDO NTC2008 E 2018

Nel caso in cui la normativa adottata sia il DM 17/01/2018, nel riquadro “Elementi” sono riportate le caratteristiche meccaniche relative agli elementi resistenti artificiali o naturali:

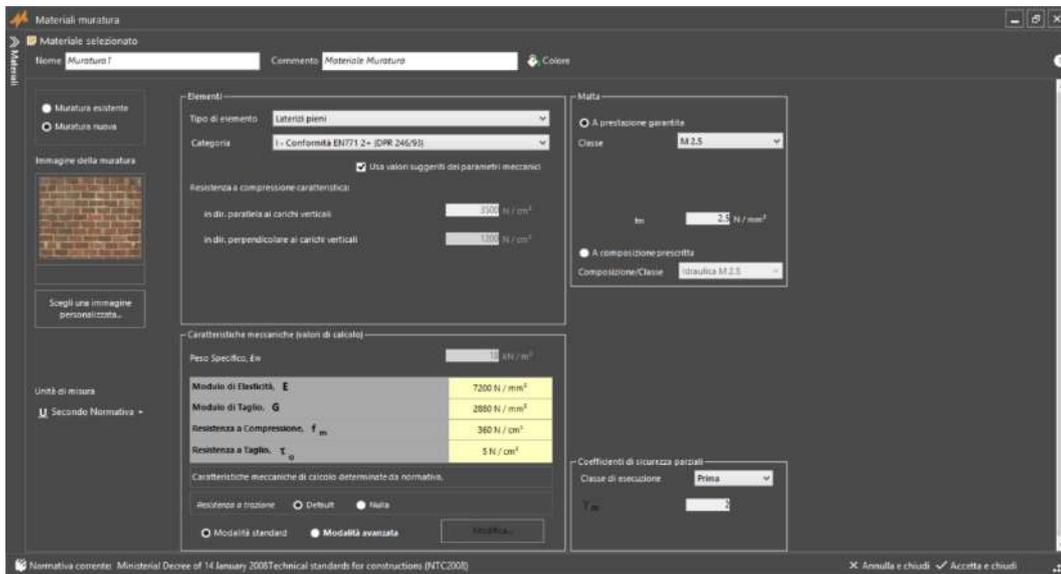


Figura 101 Finestra muratura nuova secondo NTC2018

- **Tipo di elemento (\*):** il tipo di elemento resistente artificiale o naturale.
- **Categoria (\*):** indica la categoria dell'elemento resistente conforme alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 (cfr. § 11.10.1, D.M. 14.01.2008 e analogamente del D.M. 17.01.2018)
- **Resistenza a compressione caratteristica in direzione parallela ai carichi verticali,  $f_{bk}$ :** valore della resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante, calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa (cfr. § 7.8.1.2, D.M. 14.01.2008 e analogamente il D.M. 17.01.2018) valutato secondo la normativa adottata in funzione del tipo di elemento e della sua categoria. Tale parametro è modificabile deselezionando l'opzione "usa valori suggeriti dei parametri meccanici"
- **Resistenza a compressione caratteristica in direzione perpendicolare ai carichi verticali,  $\overline{f_{bk}}$ :** valore della resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete, calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 1,5 MPa (cfr. § 7.8.1.2, D.M. 14.01.2008 e analogamente il D.M. 17.01.2018) valutato secondo la normativa adottata in funzione del tipo di elemento e della sua categoria. Tale parametro è modificabile deselezionando l'opzione "usa valori suggeriti dei parametri meccanici".

Nel riquadro “Malta” sono riportate le caratteristiche meccaniche relative alla malta. Con riferimento al D.M. 14.01.2008 e D.M. 17.01.2018 i dati richiesti variano a seconda se il tipo di malta sia “a prestazione garantita” ovvero “a composizione prescritta” (cfr. § 11.10.2).

Nel caso in cui sia stato scelta l'opzione “malta a prestazione garantita” i dati di input sono:

- **Classe (\*):** in questo menu a tendina l'utente dovrà selezionare la classe della malta in accordo alla normativa adottata (cfr. tabella 11.10.III, D.M. 14.01.2008 e tabella 11.10.II, D.M. 17.01.2018).

Tab. 11.10.II - Classi di malte a prestazione garantita

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d

**d** è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup> dichiarata dal fabbricante

- **Resistenza a compressione dichiarata dal produttore (\*):** (parametro opzionale) nel caso sia stato selezionato dal menu a tendina "Classe", la voce "Classe M<sub>d</sub> dichiarata dal produttore", l'utente potrà inserire il valore della resistenza a compressione "d" dichiarata dal produttore della malta. Con riferimento al D.M. 14.01.2008 si ricorda che, ai sensi della tab. 11.10.III, e tabella 11.10.II del D.M. 17.01.2018, tale resistenza dovrà essere maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup>.

Nel caso in cui sia stato scelta l'opzione "**malta a composizione prescritta**" i dati di input sono:

- **Composizione/classe (\*):** l'utente dovrà selezionare la classe e la tipologia di malta (in accordo alla tabella 11.10.IV, D.M. 14.01.2008 e corrispondente tabella 11.10.V del D.M. 17.01.2018).

Tab. 11.10.V - Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	–	–	1	3	–
M 2,5	Pozzolonica	–	1	–	–	3
M 2,5	Bastarda	1	–	2	9	–
M 5	Bastarda	1	–	1	5	–
M 8	Cementizia	2	–	1	8	–
M 12	Cementizia	1	–	–	3	–

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche di calcolo della muratura nel suo complesso (elemento resistente + malta) secondo quanto prescritto dalla normativa adottata è necessario definire anche i seguenti parametri:

- **Classe di esecuzione (\*):** in basso a destra è richiesta la classe di esecuzione caratterizzante le modalità di costruzione in situ della muratura e i coefficienti parziali di sicurezza in accordo alla normativa adottata (cfr. § 4.5.6.1, D.M. 14.01.2008 e D.M. 17.01.2018, tab. 4.5.II).

Tab. 4.5.II. Valori del coefficiente  $\gamma_{M}$  in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

- **Scegli una immagine personalizzata:** è possibile cambiare l'immagine raster adottata per indicare il tipo di muratura nella rappresentazione grafica del modello tridimensionale e nella relazione di calcolo.

Nel riquadro "Caratteristiche meccaniche valori di calcolo" sono riportati i valori di calcolo delle caratteristiche meccaniche relative alla tipologia della muratura adottata. Tali parametri sono modificabili, svincolandosi così dai criteri e dalle indicazioni di normativa, selezionando l'opzione "modalità avanzata" e cliccando sul bottone "modifica...".

- **Peso specifico:** è il peso per unità di volume della muratura.
- **Modulo di elasticità normale, E:** è pari a  $E=1000 f_k$  (cfr. § 11.10.3.4, D.M. 14.01.2008 e D.M. 17.01.2018), dove  $f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione ed è ricavata in accordo alle tabelle 11.10.V e 11.10.VI

Tab. 11.10.VI - Valori di  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in  $N/mm^2$ )

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento $N/mm^2$	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	-

- **Modulo di elasticità tangenziale,  $G$ :** è pari a  $G=0,4 E$  (cfr. § 11.10.3.4, D.M. 14.01.2008 e D.M. 17.01.2018)
- **Resistenza a compressione,  $f_m$ :** è la resistenza di progetto a compressione  $f_d$  pari a  $f_k / \gamma_M$  (cfr. § 4.5.6.1, D.M. 14.01.2008), dove  $f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione ricavata in accordo alle tabelle 11.10.V e 11.10.VI, mentre  $\gamma_M$  è ricavato in accordo alla tab. 4.5.II dello stesso D.M. 17.01.2018.
- **Resistenza a taglio,  $\tau$ :** è la resistenza di calcolo a taglio in assenza di carichi verticali  $f_{vd0}$  pari a  $f_{vk0} / \gamma_M$  (cfr. § 4.5.6.1, D.M. 14.01.2008 e D.M. 17.01.2018), dove  $f_{vk0}$  è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali. Quest'ultima è ricavata in accordo alla tab. 11.10.VII, mentre  $\gamma_M$  è ricavato in accordo alla tab. 4.5.II dello stesso Decreto Ministeriale.



### IMPORTANTE

*Se la muratura è nuova, le caratteristiche meccaniche vengono definite tramite i valori di progetto, ottenuti da quelli caratteristici del materiale muratura, applicando gli opportuni coefficienti parziali di sicurezza, come prescritto dalle norme tecniche di riferimento e in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti.*

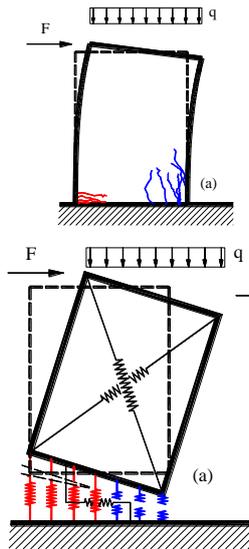
*Se invece la muratura è esistente, i valori di progetto delle caratteristiche meccaniche della muratura vengono valutati applicando a quelli caratteristici di base (coincidenti di default con quelli minimi) i coefficienti di confidenza (come da normativa).*

## 4.3.1.3. MODIFICA DEI PARAMETRI MECCANICI IN MODALITÀ AVANZATA

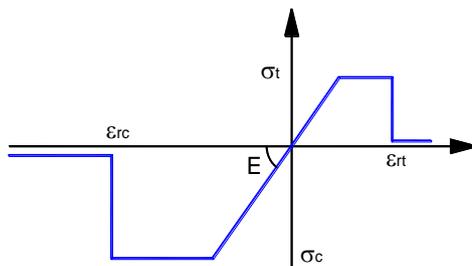
Sia che la muratura sia nuova, che esistente, è possibile modificare i parametri meccanici dei materiali. Inoltre è comunque possibile accedere ad un'immissione dei dati in modalità "avanzata", che esclude tutte le opzioni selezionate nella finestra precedente. Tale procedura è consigliata solo per utenti esperti.

I parametri richiesti sono:

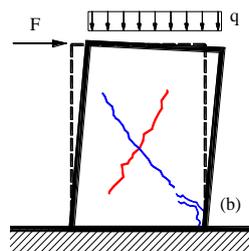
- **Peso specifico  $w$** , il peso specifico equivalente della muratura.

**Parametri che regolano il meccanismo di rottura per flessione**

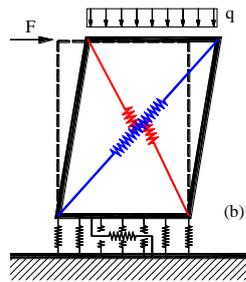
- **Comportamento**: definisce il tipo di legame costitutivo del materiale (lineare o non lineare).
- **Modulo di elasticità normale  $E$** : il modulo di elasticità  $E = \sigma/\varepsilon$  caratterizzante il tratto elastico lineare iniziale del legame costitutivo del materiale.
- **Resistenza a compressione  $f_m$** : la massima tensione di calcolo a compressione sopportabile dalla muratura.
- **Resistenza a trazione  $f_{tm}$** : la massima tensione di calcolo a trazione sopportabile dalla muratura.
- **Rotazione limite**: la massima rotazione, indicata come percentuale. La normativa esprime lo stesso parametro in termini di spostamento limite percentuale dell'altezza del pannello. Facendo il rapporto tra spostamento così espresso ed altezza si ottiene il valore percentuale.
- **Duttilità a trazione e a compressione**: può essere infinita o limitata. Scegliendo l'opzione "limitata" è possibile inserire il valore della duttilità in compressione e trazione. Il valore indicato è espresso come rapporto tra la deformazione ultima (a trazione o a compressione) e la corrispondente al limite elastico.



- $E$  : modulo di deformabilità normale;
- $\sigma_t$  : resistenza a trazione  $f_{tm}$ ;
- $\sigma_c$  : resistenza a compressione  $f_m$ ;
- $\varepsilon_{rt}$  : deformazione ultima a trazione;
- $\varepsilon_{rc}$  : deformazione ultima a compressione;

**Parametri che regolano il meccanismo di rottura a taglio per fessurazione diagonale**

- **Comportamento** definisce il tipo di legame costitutivo del materiale (lineare o non lineare).
- **Modulo di elasticità tangenziale  $G$**  il modulo di elasticità  $G = \tau/\gamma$  caratterizzante il tratto elastico lineare del legame costitutivo del materiale.
- **Resistenza a taglio  $\tau_0$**  Valore della tensione tangenziale media che, in assenza di carichi verticali ( $\sigma_n = 0$ ), attiva il meccanismo di rottura per fessurazione del puntone diagonale.



- **Criterio di snervamento:** secondo il criterio di Mohr Coulomb o di Turnsek-Cacovic. I due criteri sono identici, eccezion fatta per la superficie di snervamento. Si rimanda al manuale teorico per maggiori approfondimenti (cfr. Manuale teorico par. 4.1.1 e 4.1.2) ed all'approfondimento nel seguito riportato.
- **Coefficiente di attrito**  $\mu = \tan \phi$  Valore del coefficiente d'attrito utilizzato nel dominio di resistenza alla Mohr-Coulomb ( $\tau_u = \tau_0 + \mu \sigma_n$ ). In alternativa è possibile utilizzare il criterio di resistenza secondo l'espressione di Turnsek e Cacovic:

$$\left( \tau_u = \tau_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5 \cdot \tau_0}} \right)$$

In tal caso non è necessario immettere tale parametro.

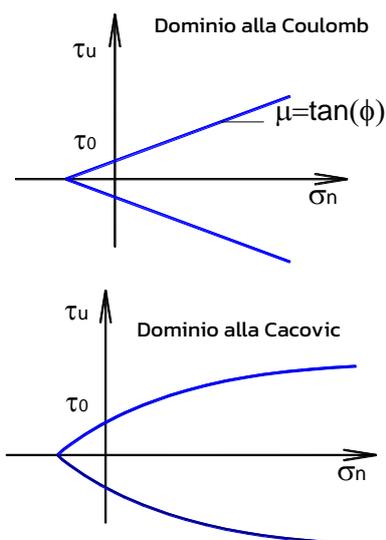
- **Deformazione ultima a taglio** valore ultimo della deformazione, oltre il quale si verifica la rottura del materiale.
- **Tipo di Degrado:** degrado della resistenza all'aumentare dell'escursione in campo plastico; può essere di tipo cinematico o ciclico.
  - $\alpha$ : Parametro di incrudimento cinematico consente di valutare l'incrudimento, proporzionale alle deformazioni plastiche accumulate. Tale parametro viene determinato in funzione della rigidezza di softening (cfr. Manuale teorico par. 4.1.2).
  - $a, \gamma$ : parametri che regolano il legame isteretico con degrado (cfr. Manuale teorico par. 4.1.4.2).
- **Scarico:** Tipo di scarico nel legame isteretico con degrado. E' possibile scegliere tra tre tipi di scarico: "iniziale", se lo scarico è con rigidezza iniziale ( $\beta=0$ ) "origine" se lo scarico è orientato all'origine, ( $\beta=1$ ) oppure "Takeda" ( $\beta>0$ ).

$G$  : modulo di deformabilità tangenziale;

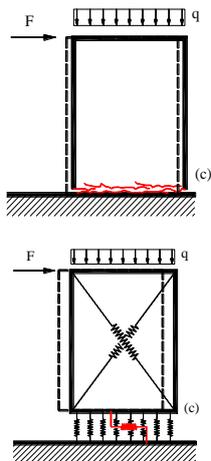
$\tau_0$  : resistenza a taglio in assenza di sforzo normale;

$\mu = \tan \phi$  : tangente dell'angolo di attrito interno;

$\gamma_u$  : scorrimento ultimo.



**Parametri che regolano il meccanismo di rottura a taglio per scorrimento**

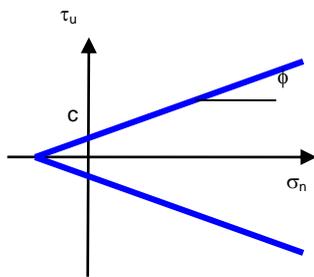


- **Comportamento (attivato/disattivato)** Attivando tale parametro il software inserisce parallelamente alle interfacce delle molle a scorrimento aventi legame costitutivo alla Mohr-Coulomb. Disattivando tale parametro gli scorrimenti relativi parallelamente alle interfacce dei macroelementi verranno inibiti.
- **Comportamento ortotropo** se attivato consente di tenere conto del carattere ortotropo della muratura, ovvero del diverso comportamento tra lo scorrimento lungo le due direzioni (orizzontale e verticale). Attivando questa opzione è possibile attribuire due valori differenti di coesione e angolo di attrito interno, per ciascuna direzione.
- **Scorrimenti inibiti (Direzione Orizzontale – Verticale):** consente di inibire gli scorrimenti in quella direzione; intendendosi per direzione orizzontale, quella riferita alla superficie di scorrimento orizzontale del pannello, mentre per direzione verticale, quella riferita alla superficie verticale, ovvero all'interfaccia tra un pannello e quello adiacente.
- **Coesione c** : Valore della tensione tangenziale che, in assenza di carichi verticali ( $\sigma_n = 0$ ), attiva il meccanismo di rottura per scorrimento in coerenza al legame costitutivo alla Mohr-Coulomb.
- **Coefficiente d'attrito  $\mu = \tan \phi$**  : Valore del coefficiente d'attrito secondo il legame costitutivo alla Mohr-Coulomb ( $\tau_u = c + \mu \sigma_n$ ).

**G** : modulo di deformabilità tangenziale;

**c** : coesione;

$\mu = \tan \phi$  : tangente dell'angolo di attrito interno;



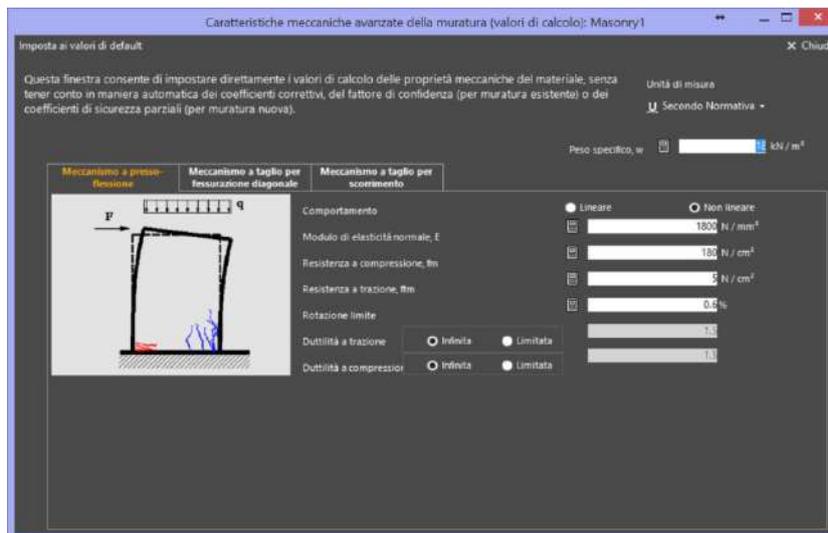


Figura 102. Finestra per la modifica in modalità avanzata dei parametri che regolano il meccanismo di rottura a presso-flessione

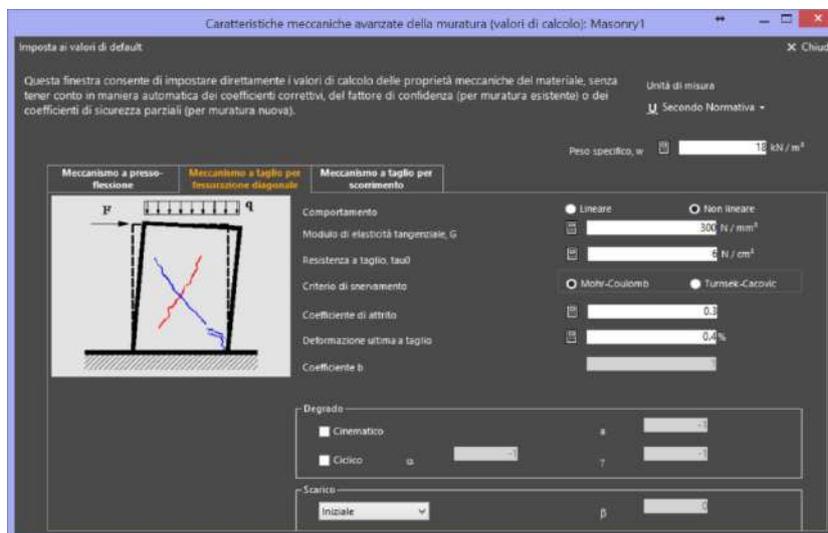


Figura 103. Finestra per la modifica in modalità avanzata dei parametri che regolano il meccanismo di rottura a taglio per fessurazione

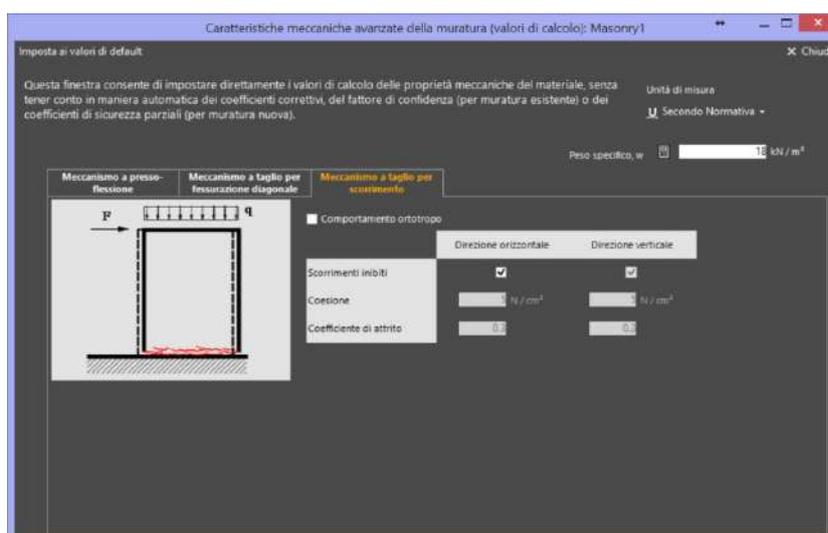


Figura 104. Finestra per la modifica in modalità avanzata dei parametri che regolano il meccanismo di rottura a taglio per scorrimento



### ATTENZIONE

L'accesso alla modalità avanzata inibisce la selezione del fattore di confidenza (per muratura esistente), di eventuali coefficienti correttivi e dei coefficienti di sicurezza parziali (per muratura nuova). I valori delle proprietà meccaniche del materiale, immessi in questa finestra, corrispondono quindi con quelli di calcolo.



### IMPORTANTE

Ciascun parametro è calcolabile anche attraverso lo strumento calcolatrice, inserendo formule od espressioni algebriche che contengano gli operatori +, -, \*, /, eventualmente racchiusi da parentesi tonde (...). Esempio:  $2000*(3,5+6)/1,6$ .



### ATTENZIONE

Modificando dalle impostazioni generali del modello la Normativa Corrente dal D.M.14.01.2008 al D.M. 17.01.2018, viene rilasciato un messaggio che informa che "modificando la normativa di riferimento tutte le impostazioni correnti del modello (materiali, carichi, etc.) vengono convertite automaticamente." Pertanto è opportuno controllare e verificare manualmente i parametri impostati da programma.

Cambiando la normativa di riferimento corrente, i materiali muratura definiti in modalità Standard, con tipologie affini nella descrizione delle categorie delle due normative, sono stati ridefiniti assegnando i valori minimi delle proprietà meccaniche, come definite nuova normativa prescelta.

Pertanto è importante controllare le impostazioni generali dei materiali, dopo aver modificato le norme di riferimento.

Se i materiali sono definiti in modalità avanzata, non vi saranno differenze correlate ad una normativa piuttosto che ad un'altra. In questo caso, infatti, i valori sono personalizzati dall'utente.



### APPROFONDIMENTO

La formulazione adottata per il calcolo della resistenza a taglio è coerente con quanto proposto al par. C8.7.15 con riferimento agli edifici esistenti. Per i criteri di snervamento si può tuttavia far riferimento sia al criterio di Turnsek e Cacovic (per gli edifici esistenti come proposto al par. C8.7.15) sia al criterio di Coulomb (per gli edifici nuovi con riferimento al par. 7.8.2.2.2).

Riguardo alla scelta del criterio di snervamento per il materiale muratura, la normativa suggerisce di utilizzare Mohr-Coulomb, per murature nuove, e Turnsek-Cacovic, per le murature esistenti. Tale ipotesi si basa sull'osservazione fisica che tale meccanismo in murature nuove, caratterizzate da elementi resistenti, si manifesta mediante lo scorrimento lungo i giunti di malta (lungo la diagonale del pannello).

Nello stesso paragrafo 7.8.2.2.2 si fa riferimento a un valore di calcolo ottenuto dividendo il valore caratteristico della resistenza a taglio della muratura per il  $\gamma_M$  (coefficiente parziale di sicurezza). Tale approccio è tipico delle analisi lineari. Essendo in 3DMacro implementate solo analisi statiche non lineari, si fa riferimento solo alla seconda modalità di calcolo della resistenza di calcolo a taglio, con riferimento alle ulteriori prescrizioni indicate allo stesso paragrafo 7.8.2.2.2. Lo scorrimento ultimo previsto, salvo

personalizzazioni, è pari allo 0,4% dell'altezza del pannello. Gli ulteriori controlli ( $f_{vd} < 2 \cdot f_{bk}$  e  $f_{vd} < 2,2 \text{ MPa}$ ) non sono gestiti in maniera automatica dal programma e vanno verificati dall'utente.

Si tenga conto, tuttavia, che 2,2 MPa e, in ogni caso, un valore di resistenza a taglio maggiore della resistenza caratteristica a compressione degli elementi nella direzione di applicazione della forza, sono valori estremamente alti e quindi difficilmente vengono raggiunti, anche per stati di compressione del pannello consistenti.



## APPROFONDIMENTO

La Circolare Ministeriale n.7 del 21/01/2019 propone al par. C8.7.1.3.1.1 i modelli di capacità per gli elementi murari differenziando rispetto alle precedenti norme, gli elementi in muratura in funzione della loro geometria, condizioni al contorno, ruolo strutturale e tipologia muraria. In funzione di detta classificazione, facendo una distinzione tra fasce (ad asse orizzontale) e maschi (ad asse verticale) le nuove Norme forniscono indicazioni specifiche per i modelli di capacità e la caratterizzazione del materiale muratura.

Vengono individuati 3 meccanismi principali di rottura nel piano:

- Taglio con fessurazione diagonale (maschi e fasce);
- Presso-flessione (maschi e fasce);
- Taglio-scorrimento (solo maschi).

**Per i criteri relativi alla rottura per taglio con fessurazione diagonale**, sia nei maschi che nelle fasce, si distinguono due famiglie di murature:

- murature a tessitura irregolare (con rottura per trazione diagonale governata dal parametro  $\tau_0$ )
- murature a tessitura regolare, per le quali la fessurazione può essere "a scaletta", cioè con andamento diagonale lungo i giunti di malta, governata dal parametro  $f_{v0}$ , associata alla resistenza dei giunti di malta, diagonale attraverso gli inerti della muratura, governata dal parametro  $f_{v,lim}$ , che dipende dalla resistenza a compressione del blocco (cfr. § C8.7.1.3.1.1 della Circolare n.7/2019).

La tabella C8.5.I fornisce i valori di riferimento per  $\tau_0$  e  $f_{v0}$ , suggerendo il criterio da adottare per le differenti tipologie murarie.

**Per muratura irregolare** la resistenza a taglio è governata dalla legge di Cacovic (cfr. formula C8.7.1.16 della Circolare n.7/2019)

$$V_t = l \cdot t \frac{1,5\tau_{0d}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1,5\tau_{0d}}} = l \cdot t \frac{f_{td}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_{td}}}$$

con:

$l$  = lunghezza del pannello;

$t$  = spessore del pannello;

$\sigma_0$  = tensione normale media, riferita all'area totale della sezione, pari a  $P l / t$ , con  $P$  pari alla forza assiale agente, positiva se di compressione.

$f_{td}$  e  $\tau_{0d}$  = i valori di calcolo della resistenza a trazione per fessurazione diagonale e della corrispondente resistenza taglio di riferimento della muratura ( $f_t = 1,5 \tau_0$ )

$b$  = coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione, dipendente dalla snellezza della parete. Può assumersi  $b = h / l$ , comunque non superiore a 1,5 e non inferiore a 1, con  $h$  pari alla altezza del pannello.

**Per muratura regolare** la resistenza a taglio è governata dalla legge di Coulomb, corretta in funzione della snellezza del pannello (cfr. formula C8.7.1.17 della Circolare n.7/2019).

$$V_t = \frac{l \cdot t}{b} (\tilde{f}_{v0d} + \mu \sigma_0) = \frac{l \cdot t}{b} \left( \frac{f_{v0d}}{1 + \mu \phi} + \frac{\mu}{1 + \mu \phi} \sigma_0 \right) \leq V_{t,lim}$$

$f_{v0d}$  = resistenza equivalente a taglio della muratura;

$\mu$  = coefficiente di attrito equivalente, funzione dei parametri di resistenza locale del giunto e della tessitura attraverso il coefficiente di ingranamento murario;

$\phi$  = coefficiente di ammorsamento, dato dal rapporto tra l'altezza del blocco e la lunghezza di sovrapposizione minima dei blocchi di due corsi successivi (lunghezza del singolo giunto attritivo). In assenza di valutazioni più accurate, il coefficiente di attrito locale può essere assunto pari a 0,577, ovvero un coefficiente di attrito equivalente che varia da 0,4 per murature con buona tessitura a 0,2 per murature con blocchi scarsamente ammorsati;

$V_{t,lim}$  = valore limite della resistenza a taglio, che può essere stimata in funzione della rottura a trazione dei blocchi e tenendo conto della geometria del pannello.

**IMPORTANTE:** 3DMacro, nella modalità standard di definizione dei materiali muratura utilizza sempre il criterio di Cacovic (sia per muratura irregolare che regolare), ritenendosi questo a favore di sicurezza, giacché con il metodo di Mohr Coulomb si tende a sovrastimare la resistenza della muratura. Ad ogni modo, l'utente ha facoltà di personalizzare il criterio, passando da Modalità Standard ad Avanzata (nella definizione del materiale muratura).

**Per i criteri relativi al meccanismo di rottura presso-flessione**, si distingue il comportamento di maschi da quello delle fasce:

- **Maschi:** per le verifiche a pressoflessione è possibile utilizzare le indicazioni al § 7.8.2.2.1 delle NTC2018, con uno spostamento limite allo SLC corrispondente ad una rotazione pari a  $\theta=0.01$ .

Il momento ultimo resistente viene calcolato secondo l'espressione:

$$M_u = \left( l^2 \cdot t \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \left( 1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_d} \right) \quad [\text{cfr. § 7.8.2.2.1 delle NTC2018}]$$

dove:

$M_u$  = momento corrispondente al collasso per pressoflessione;

$l$  = lunghezza complessiva della parete (comprensiva della zona tesa)

$t$  = spessore della zona compressa della parete;

$\sigma_0$  = tensione normale media, riferita alla area totale della sezione  $\sigma_0 = N / (l \cdot t)$ , con  $N$  pari alla forza assiale agente positiva, se di compressione. Se  $N$  invece è di trazione,  $M_u$  è pari a zero.

$f_d = f_k / \gamma_M$  che è pari alla resistenza a compressione di progetto della muratura.

Nel caso di analisi non-lineare, viene assunto  $f_d$  pari al valore medio della capacità a pressoflessione della muratura e lo spostamento ultimo allo SLC viene assunto pari a 0.01 dell'altezza del pannello.

- **Fasce:** il dominio di resistenza a pressoflessione per le fasce deve tenere conto sia della resistenza a trazione dei blocchi  $f_{bt,d}$  o per scorrimento lungo i giunti orizzontali. Pertanto è data dalla relazione:

$$f_{fd} = \min \left( \frac{f_{bt,d}}{2}; f_{v0d} + \frac{\mu \sigma_y}{\Phi} \right)$$

$\sigma_y$  = tensione normale media agente sui giunti orizzontali nella sezione di estremità;

$f_{v0d}$  = resistenza a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (può essere cautelativamente trascurata);

$\mu$  = coefficiente di attrito locale del giunto;

$\phi$  = coefficiente di ingranamento murario, già definito prima, pari al rapporto tra l'altezza del blocco e la lunghezza di sovrapposizione minima dei blocchi di due corsi successivi (lunghezza del singolo giunto attritivo).

In assenza di valutazioni più accurate,  $\sigma_y$  può essere stimata pari a metà della tensione normale media  $\sigma_0$  agente nei maschi adiacenti. Stimata la resistenza a trazione della fascia  $f_{bt}$ , il dominio di resistenza a pressoflessione M-N può essere calcolato ipotizzando la conservazione della sezione piana e un legame tensione-deformazione elastoplastico a

compressione ed elasto-fragile a trazione, nel caso di rottura dei blocchi; ed elastoplastico (eventualmente a duttilità controllata), nel caso di rottura per scorrimento dei giunti. Lo spostamento limite allo SLC è quello corrispondente ad una rotazione  $\theta=0.015-0.02$  (deformata angolare nelle due sezioni di estremità del pannello).

**Per i criteri relativi al meccanismo di rottura a taglio-scorrimento**, (valide solo per i maschi) è possibile utilizzare le indicazioni al § 7.8.2.2.2 delle NTC2018, con uno spostamento limite allo SLC pari ad una rotazione  $\theta=0.005$ .



### ATTENZIONE

E' importante sottolineare che, all'apertura di un modello creato con una versione precedente alla release 4.5.0, si attivano dei controlli di retro compatibilità del modello, mediante i quali l'utente viene informato della modifica sulle tabelle C8.5.I e C8.5.II (cfr. Circ. n.7/2019) sul materiale muratura esistente ed invitato a rivedere la definizione dei parametri di resistenza, che vengono automaticamente aggiornati<sup>4</sup>. Questo controllo si attiva anche nel caso in cui si stia cercando di sbloccare un modello creato con una versione precedente, su cui sono già state eseguite le analisi.

Pertanto in questi casi è opportuno che l'utente controlli e verifichi attentamente i parametri impostati da programma. I materiali muratura con tipologie affini vengono ridefiniti automaticamente, secondo le prescrizioni della nuova circolare esplicativa. In particolare tre sono i casi possibili:

**Caso 1.** Apertura di un modello creato con la versione precedente e su cui non sono state eseguite le analisi.

L'utente viene informato che a causa dell'aggiornamento delle Tabelle C8.5.I e C8.5.II i parametri meccanici del materiale muratura sono stati modificati in accordo con la nuova Circolare 7/2019 delle NTC2018. In particolare, all'apertura del modello, i parametri meccanici di resistenza del materiale vengono aggiornati (allineati alla nuova Circolare), mentre i coefficienti correttivi eventualmente definiti vengono rimossi (dovranno essere ri-assegnati dall'utente).

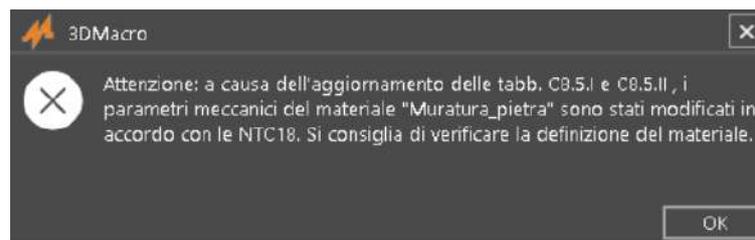


Figura 105. Apertura di un modello creato con versione precedente alla 4.5.0, con analisi non eseguite

**Caso 2.** Apertura di un modello creato con la versione precedente e su cui sono state eseguite le analisi (modello bloccato).

I messaggi rilasciati sono sostanzialmente uguali al caso precedente, ma vengono rilasciati in due step successivi. Il primo messaggio riguarda la modifica dei parametri secondo la tabella C8.5.I.

<sup>4</sup> Nessun messaggio viene rilasciato se il modello che si sta cercando di aprire non contiene materiale muratura esistente, ma solo materiale muratura nuova, oppure se la definizione dei parametri meccanici dei materiali muratura è stata fatta in modalità avanzata (e non standard). Si rimanda per la procedura di definizione del materiale muratura al par. 4.3.1 del manuale utente di 3DMacro.

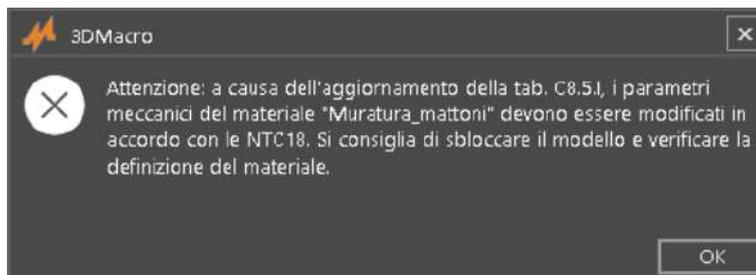


Figura 106. Apertura di un modello creato con versione precedente alla 4.5.0, con analisi eseguite (aggiornamento tab. C8.5.I)

*Il secondo riguarda la rimozione dei coefficienti correttivi di cui alla tabella C8.5.II, che l'utente dovrà riassegnare seguendo le direttive della nuova Circolare.*

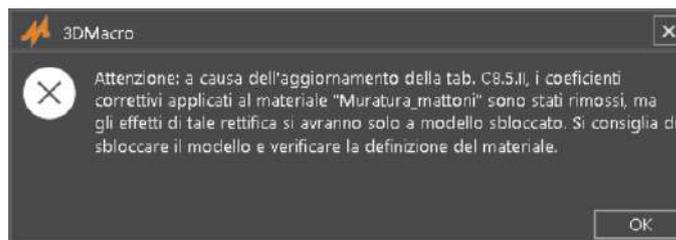


Figura 107. Apertura di un modello creato con versione precedente alla 4.5.0, con analisi eseguite (aggiornamento tab. C8.5.II)

**Caso 3.** *Sblocca analisi su un modello creato con una versione precedente di 3DMacro. Anche in questo caso, l'utente viene informato che a causa dell'aggiornamento delle Tabelle C8.5.I e C8.5.II i parametri meccanici del materiale muratura sono stati modificati in accordo con la nuova Circolare 7/2019 delle NTC2018. In particolare, ci si riconduce al Caso 1: i valori dei parametri meccanici del materiale muratura vengono modificati e gli eventuali coefficienti correttivi applicati vengono rimossi.*

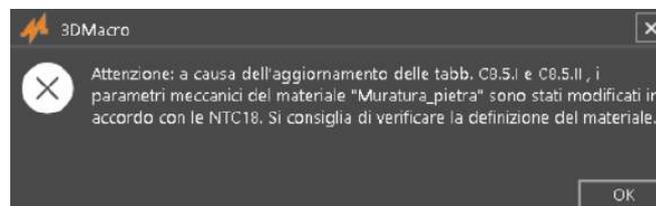


Figura 108. Sblocca un modello creato con versione precedente alla 4.5.0, con analisi eseguite.

*I messaggi suddetti non vengono rilasciati nel caso in cui il modello contenga solo Muratura nuova o nel caso in cui la definizione del materiale sia stata fatta seguendo la procedura Avanzata (cfr. par. 4.3.1.3).*

#### 4.3.2. DEFINISCI ALTRI MATERIALI (ELASTICO, ACCIAIO, CALCESTRUZZO)

COMANDO: MENU DEFINISCI>MATERIALI>ALTRI MATERIALI...

Questa finestra consente di definire i materiali che potranno essere assegnati ad elementi asta (quindi travi, pilastri, catene ecc...), solai e setti in c.a.. Come tutte le finestre del menu Definisci, anche questa si compone in due sezioni, in cui vengono riportati: a sinistra la lista dei materiali definiti e a destra le proprietà di ciascun materiale selezionato dalla lista.

La lista dei materiali definiti, posta a sinistra, raggruppa i tipi di materiali in funzione dei legami costitutivi di riferimento:

- **Materiale Elastico-lineare;**
- **Materiale Acciaio** (con legame costitutivo elastico-perfettamente plastico);
- **Materiale Calcestruzzo** (con legame costitutivo parabola-rettangolo e con resistenza trascurabile a trazione).

Questi possono essere visualizzati selezionando il tipo di materiale dal menu a tendina.

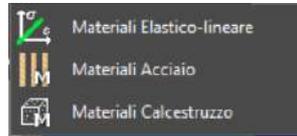


Figura 109. Menu Altri Materiali

Il materiale legno è idoneo ad essere caratterizzato come Materiale Elastico Lineare. I materiali acciaio e calcestruzzo sono idonei per essere assegnati ad elementi asta, che hanno un comportamento meccanico non lineare. Inoltre il materiale acciaio è destinato anche alla caratterizzazione meccanica di sezioni omogenee, come quelle dei profilati (acciaio per carpenteria metallica).

#### 4.3.2.1. PROPRIETÀ DEL MATERIALE ELASTICO LINEARE

La scheda proprietà del materiale selezionato, posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. § 4.3), permette la modifica dei seguenti parametri:

- **Unità di misura:** tramite il menu a tendina è possibile impostare rapidamente le unità di misura dei seguenti parametri meccanici. È inoltre possibile scegliere singolarmente l'unità di misura di ciascun parametro ( $E$ ,  $G$ ,  $w$ ) per agevolare il corretto inserimento dei dati.
- **Modulo di elasticità normale,  $E$ .** Il modulo di elasticità normale  $E = \sigma / \varepsilon$
- **Coefficiente di Poisson,  $\nu$**
- **Peso specifico,  $w$ .**

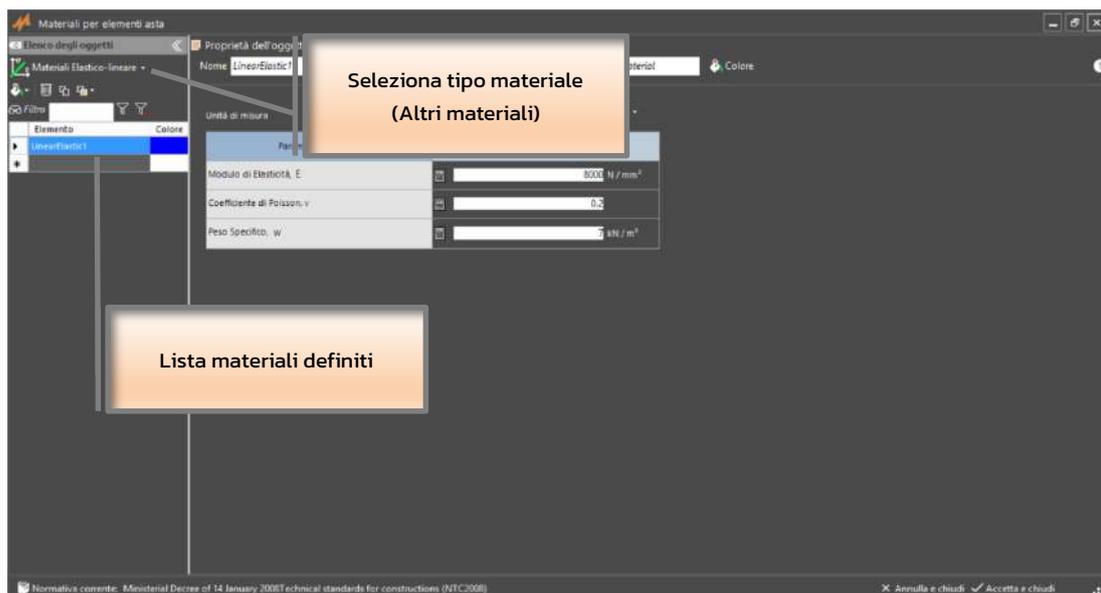


Figura 110. Finestra altri materiali (materiale elastico lineare)

## 4.3.2.2. PROPRIETÀ DEL MATERIALE ACCIAIO

La scheda proprietà del materiale selezionato, posta a destra, permette la modifica dei seguenti parametri:

- **Nome:** il nome del materiale. Tale nome non deve contenere spazi.
- **Commento:** ove è possibile dare una descrizione estesa del tipo di materiale
- **Colore:** è possibile associare al materiale un colore identificativo.
- **Unità di misura:** attraverso il menu a tendina, è possibile impostare le unità di misura, in base alle quali verranno visualizzati i dati dimensionali. L'opzione predefinita prevede l'utilizzo delle unità di misura suggerite dalla normativa adottata.
- **Acciaio Nuovo/Esistente:** è necessario indicare se il materiale selezionato fa riferimento a quello di un'asta (trave, architrave o pilastro), preesistente nella struttura in esame o se è relativo ad un'asta che si intende progettare ex-novo: in quest'ultimo caso è necessario scegliere *acciaio nuovo*, viceversa scegliere *acciaio esistente*.
- **Acciaio per calcestruzzo armato/per carpenteria metallica:** selezionando *acciaio per calcestruzzo armato* è possibile assegnare al materiale selezionato le caratteristiche meccaniche individuate dagli acciai in barre italiani tipo FeB38k, FeB44k, o europei tipo B450C, B450A. Selezionando invece *acciaio per carpenteria metallica* è possibile assegnare al materiale selezionato le caratteristiche meccaniche individuate dagli acciai italiani tipo Fe360, Fe430, Fe510, o europei tipo S235, S275, S355, S440. E' sempre possibile definire tipi di acciai personalizzati (cfr. la voce "tipo di acciaio").
- **Tipo di acciaio:** con questo menu a tendina è possibile selezionare il tipo di acciaio a cui si intende fare riferimento per assegnare, al materiale selezionato, le corrispondenti caratteristiche meccaniche. Tale scelta si effettua in coerenza con quella riportata al punto superiore. In alternativa, selezionando la voce "personalizzato", è possibile introdurre manualmente i valori relativi al
- **Livello di conoscenza:** nel caso in cui sia stato scelto acciaio esistente è necessario indicare il livello di conoscenza del materiale ai sensi della normativa adottata.
- **Coeff. di sicurezza parziale:** tale parametro ( $\gamma_s$ ) è visualizzato nel caso in cui sia stato scelto acciaio nuovo ed indica il valore del coefficiente parziale di sicurezza adottato per la valutazione della tensione di snervamento di calcolo ( $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ ).
- **Modulo di elasticità normale, E.**
- **Coefficiente di Poisson  $\nu$**
- **Tensione di snervamento,  $f_{yk}$ :** indica il valore di calcolo della tensione di snervamento  $f_{yd}$
- **Deformazione ultima,  $\epsilon_{u}$ :** indica il valore della massima deformazione, sia a trazione che a compressione, sopportabile dal materiale selezionato.
- **Peso specifico, w.**

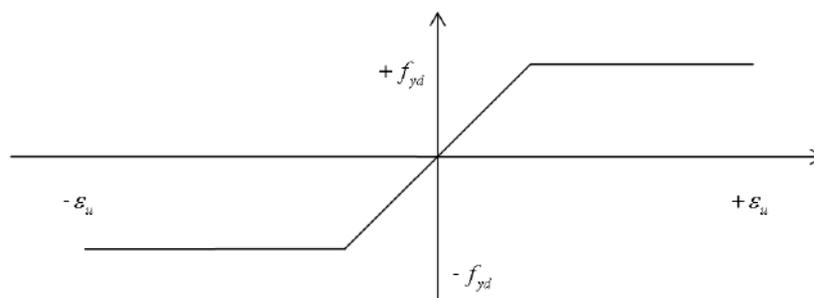


Figura III. Legame costitutivo per il materiale acciaio.

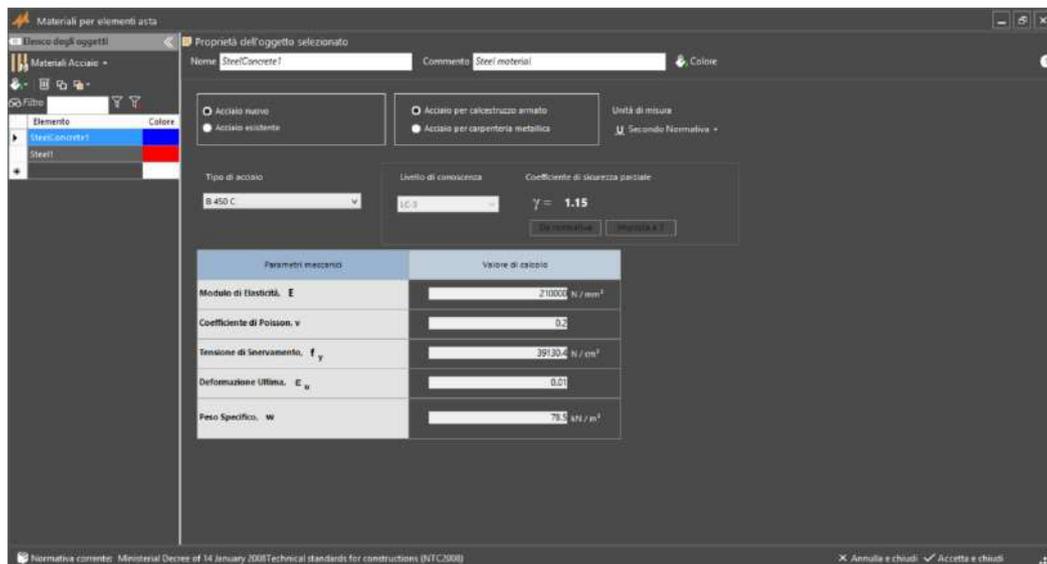


Figura 112. Finestra altri materiali (materiale acciaio nuovo).

#### 4.3.2.3. PROPRIETÀ DEL MATERIALE CALCESTRUZZO

La scheda proprietà del materiale selezionato, posta a destra, permette la modifica dei seguenti parametri:

- **Nome:** il nome del materiale. Tale nome non deve contenere spazi.
- **Commento:** ove è possibile dare una descrizione estesa del tipo di materiale.
- **Colore:** è possibile associare al materiale un colore identificativo.
- **Calcestruzzo Nuovo/Esistente:** è necessario indicare se il materiale selezionato fa riferimento a elementi esistenti nella struttura in esame (calcestruzzo esistente), o se è relativo ad un elemento di nuova progettazione: in quest'ultimo caso è necessario scegliere *calcestruzzo nuovo*.
- **Unità di misura:** tramite il menu a tendina, è possibile impostare le unità di misura, in base alle quali verranno visualizzati i dati dimensionali. L'opzione predefinita prevede l'utilizzo delle unità di misura suggerite dalla normativa adottata.
- **Tipo di calcestruzzo:** è necessario indicare la resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo  $R_{ck}$ . Nel caso si voglia indicare un valore di  $R_{ck}$  diverso da quelli proposti è necessario scegliere dal menu a tendina la voce *"personalizzato"*: in tal caso è necessario inserire il valore numerico della resistenza caratteristica e selezionare il bottone *"imposta parametri in funzione di  $R_{ck}$ "*.
- **Livello di conoscenza:** nel caso in cui sia stato scelto calcestruzzo esistente, è necessario indicare il livello di conoscenza del materiale ai sensi della normativa adottata.

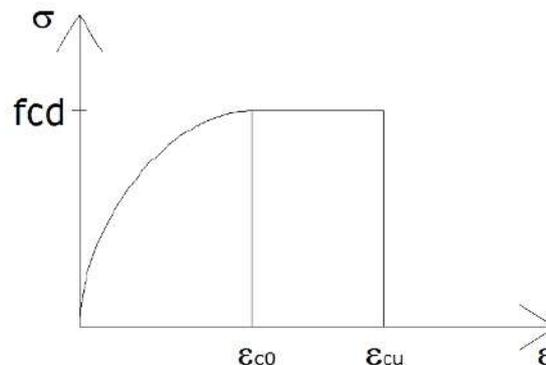


Figura 113. Legge costitutivo del calcestruzzo parabola-rettangolo

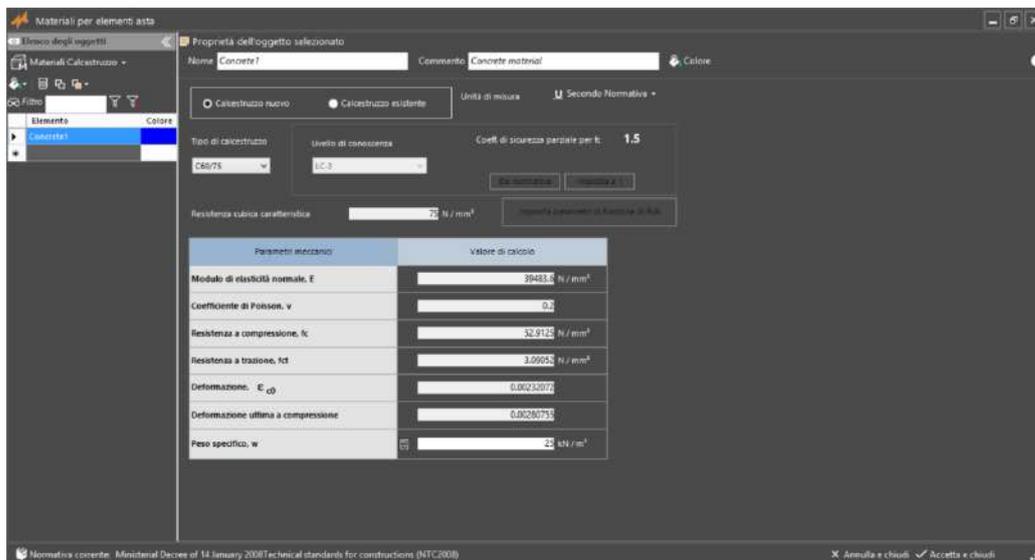


Figura 114. Finestra altri materiali (materiale calcestruzzo nuovo)

- **Coeff. di sicurezza parziale per  $f_c$ .** Tali parametri sono visualizzati nel caso in cui sia stato scelto calcestruzzo nuovo. Visualizza il coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo a compressione secondo le indicazioni della normativa adottata.
- **Modulo di elasticità normale,  $E$ .**
- **Coefficiente di Poisson,  $\nu$ :** di default è pari a 0,2.
- **Resistenza a compressione,  $f_c$ :** valore della resistenza a compressione. Esso tiene conto dell'effetto dei carichi di lunga durata, ed è dato quindi dal prodotto  $\alpha \cdot f_{cd}$ , essendo  $\alpha = 0,85$ . Se non si vuole tenere conto di detto effetto è possibile assegnare un valore personalizzato. Il valore di calcolo viene ottenuto da questo parametro, applicando il coefficiente di sicurezza parziale per materiale nuovo o il fattore di confidenza per materiale esistente.
- **Resistenza a trazione,  $f_{ct}$ :** valore della resistenza a trazione.
- **Deformazione di transizione,  $\epsilon_{c0}$ :** con riferimento al legame costitutivo del calcestruzzo a compressione (parabola-rettangolo), indica il valore di calcolo della deformazione di transizione  $\epsilon_{c0}$  ossia della deformazione che segna il passaggio dalla parte parabolica alla parte rettangolare.
- **Deformazione ultima a compressione,  $\epsilon_{cu}$ :** valore della massima deformazione a compressione sopportabile dal materiale selezionato.
- **Peso specifico,  $w$ .**

### 4.3.3. DEFINISCI SEZIONI PER ASTA E PER SOLAIO

COMANDO: MENU DEFINISCI>SEZIONI...

La finestra sezioni consente di definire le sezioni trasversali degli elementi asta (ossia delle travi, dei cordoli, dei pilastri, delle catene) e dei solai che verranno impiegati nel modello. Come già spiegato nella parte generale del paragrafo 4.3, questa finestra si compone in due sezioni: a sinistra la categoria delle sezioni definibili (sezioni per asta, sezioni per solaio), subito in basso la lista delle sezioni definite e a destra le proprietà di ciascuna sezione selezionata dalla lista.

In basso è visualizzata la normativa adottata e a destra i bottoni "Annulla e chiudi" (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e "Accetta e chiudi" (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

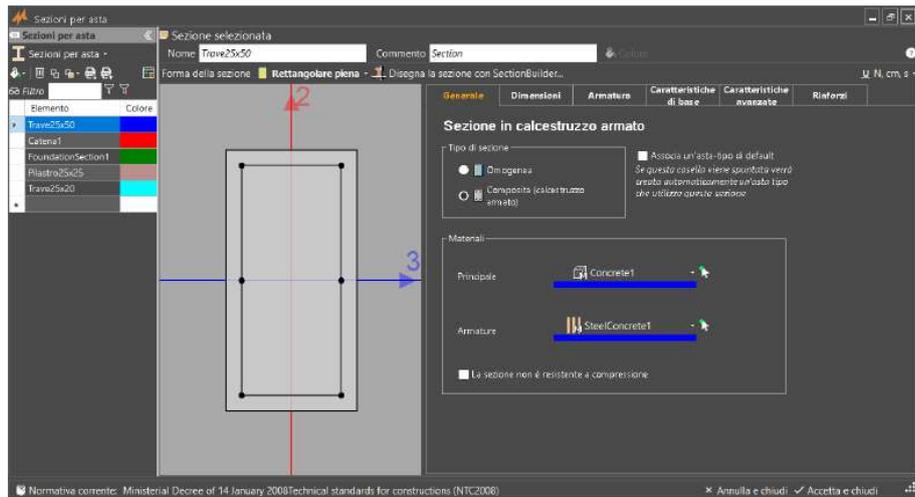


Figura 115. Finestra definisci sezioni per elementi asta

4.3.3.1. SEZIONI PER ELEMENTI ASTA

COMANDO: MENU DEFINISCI>SEZIONI...>SEZIONI PER ASTA

Con riferimento agli elementi asta, nella parte a sinistra, oltre alla lista delle sezioni e i comandi che consentono di gestire gli elementi della lista, sono anche presenti i comandi che consentono di importare da sagomario e di importare ed esportare aste in c.a. a sezione rettangolare.



“Importa da sagomario...”, che consente di creare una sezione omogenea in acciaio, importandone direttamente le caratteristiche geometriche, accedendo ad una libreria di profili, ripresi da sagomario.

Mediante l’apposito comando posto in alto a sinistra, nella finestra Libreria dei profili, è anche possibile aprire altre librerie, importandone i corrispondenti file .sl, messi a disposizione dal produttore del software.



E’ possibile importare ed esportare sezioni da file CSV.

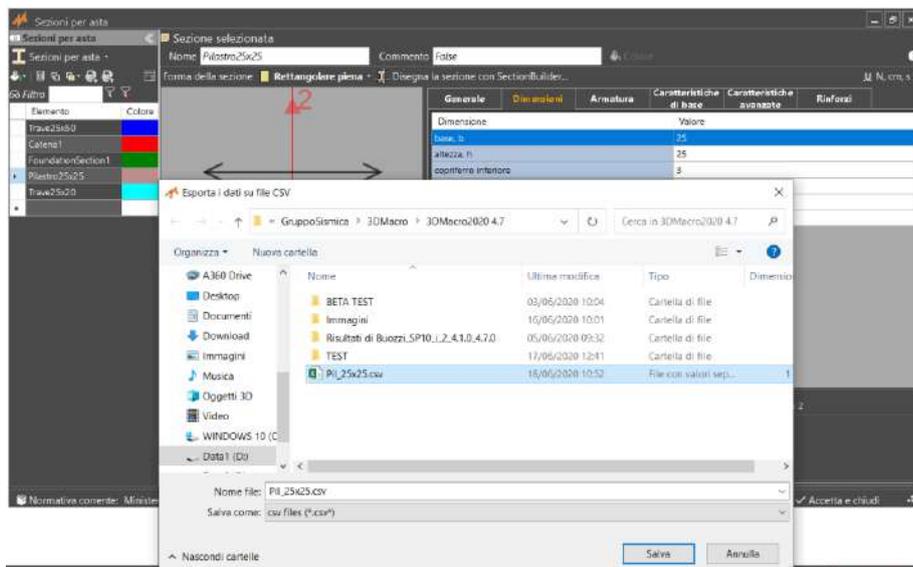


Figura 116. Esporta sezione in CSV

Genera file excell che puo’ essere editato e importato.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Name	Mat	MatSteel	b	h	c	A_inf	A_sup	A_sx	A_dx	Diametro_staffe	Numero_bracci_h	Numero_bracci_v	Passo	Comportamento	
2	Trave25x50	Steel1		12	24	3									3D	
3	Pilastro25x25	Concrete1	SteelConcrete1	25	25	3	2f12	2f12			8	2	2	25	PMM	
4	Trave25x20	Concrete1	SteelConcrete1	25	20	3	2f12	2f12			8	2	2	25	3D	
5																
6																
7																
8																

Figura 117. Definizione delle sezioni mediante importazione file CSV

La finestra di definizione delle sezioni dispone, inoltre, di comodi filtri di visualizzazione delle tipologie di profili disponibili (Tutti, profili a doppio T, profili circolari cavi, profili rettangolari cavi).

Per ciascuna sezione disponibile nell'archivio, riportata nell'elenco a sinistra, sulla parte destra vengono riportate, oltre una rappresentazione grafica della sezione, le proprietà geometriche e quelle meccaniche.

Cliccando sul pulsante "Importa", la sezione corrente viene automaticamente importata nell'elenco delle Sezioni per asta.



### ATTENZIONE

*Le sezioni importate da sagomario, non possono essere modificate nella finestra delle proprietà delle sezioni per asta.*

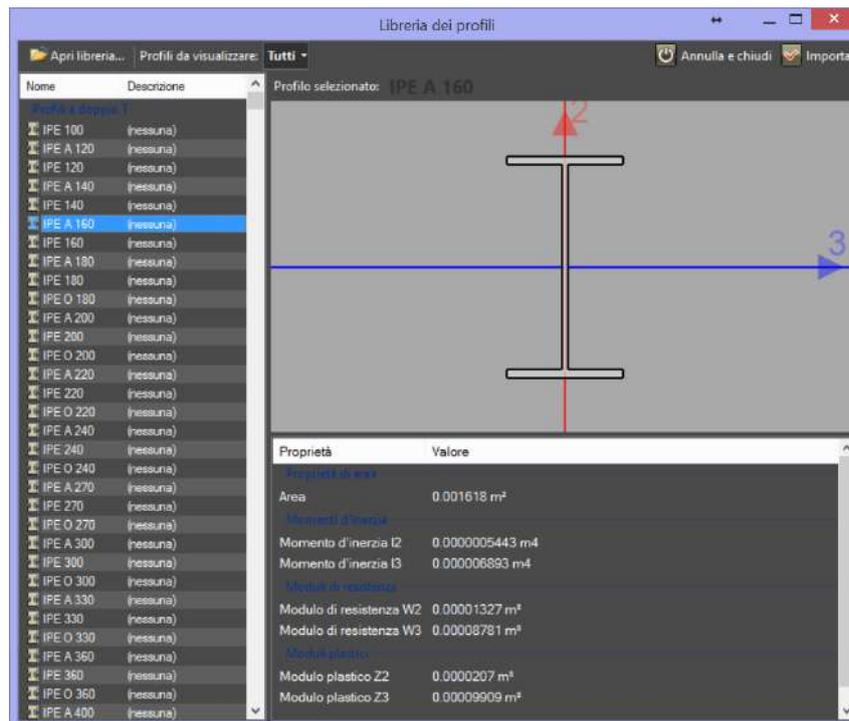


Figura 118. Finestra libreria dei profili di acciaio.

La scheda delle proprietà posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. par. 4.3), permette la modifica dei seguenti parametri:

- Forma della sezione:** è possibile scegliere tra i tipi di sezione rettangolare piena, rettangolare cava, circolare piena, circolare cava, profilo a T, a doppio T, profilo a C.
- Disegna la sezione con Section Builder** (funzione non ancora disponibile)
- Unità di misura:** tramite il menu a tendina, è possibile impostare le unità di misura, in base alle quali verranno visualizzati i dati dimensionali.



Figura 119. Formato della sezione.

Inferiormente la finestra delle proprietà si divide in altre due parti: la prima, sulla sinistra, visualizza un'anteprima della sezione, la seconda sulla destra è composta da più schede, che consentono all'utente di definire le proprietà geometriche e di visualizzare le caratteristiche meccaniche della sezione corrente. Dette schede sono denominate:

- Generale
- Dimensioni
- Armatura
- Caratteristiche di base
- Caratteristiche avanzate

Si riporta di seguito l'orientamento del sistema di riferimento locale dell'asta

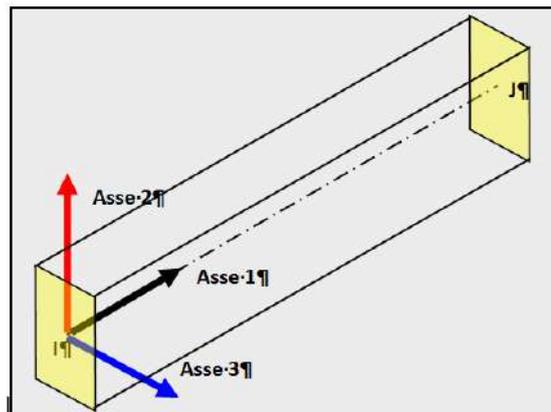


Figura 120. Orientamento degli assi del sistema di riferimento locale dell'asta.

#### 4.3.3.1.1. SCHEDA GENERALE

La scheda generale consente di associare alla sezione un determinato tipo di materiale, precedentemente definito. La sezione dell'asta può essere modellata con materiale omogeneo (tipo di sezione "Omogenea"), ovvero con sezione "Composita" in calcestruzzo armato. Tale scelta condiziona le caratteristiche e le proprietà riportate nelle successive schede (in particolare dalla scheda "Caratteristiche avanzate").

I dati richiesti sono:

- Tipo di sezione:** è necessario specificare se la sezione ha caratteristiche meccaniche omogenee, oppure se è una sezione composita in calcestruzzo armato.
- Associa un'asta-tipo di default:** questa opzione, che si attiva spuntando la relativa casella, consente di creare automaticamente un "elemento tipo - asta" (cfr. par.4.3.5.3) a cui viene di default assegnata la sezione corrente qui definita.
- Materiale principale:** selezionare dal menu a tendina il tipo di materiale precedentemente definito. Nel caso in cui si sia scelto il tipo di sezione composita, è necessario selezionare il materiale che definisce il comportamento meccanico del calcestruzzo.
- Materiale armature:** nel caso in cui si sia scelto il tipo di sezione composita, è necessario selezionare il materiale che definisce il comportamento meccanico delle barre in acciaio.

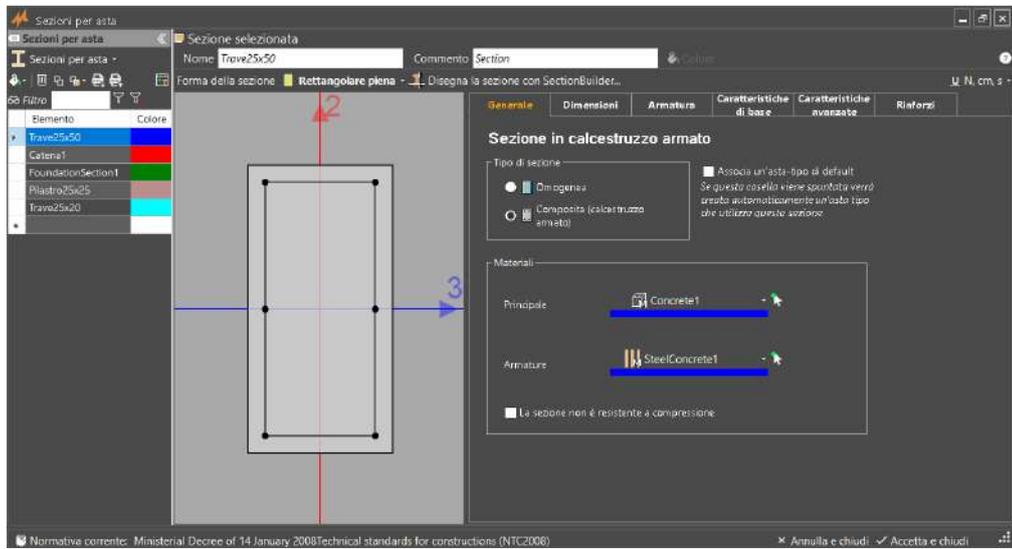


Figura 121 Scheda generale per una sezione composita (cls armato)

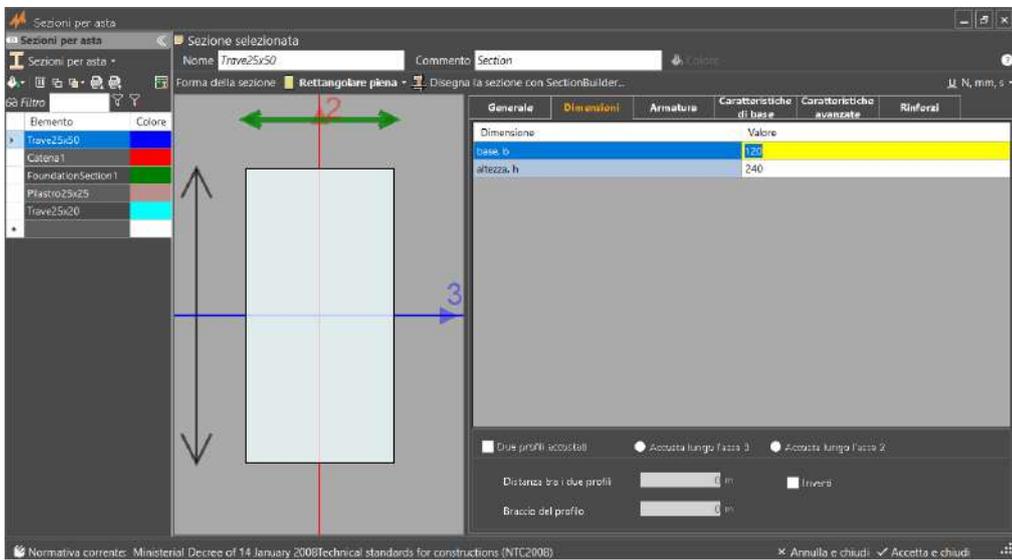


Figura 122 Scheda generale per una sezione omogenea

## 4.3.3.1.2. SCHEDA DIMENSIONI

In tale scheda vanno indicate le dimensioni geometriche da inserire, in base alla forma adottata.

In particolare **nel caso in cui la sezione sia omogenea** e si sia scelta per la “forma della sezione” l’opzione:

- **“sezione rettangolare piena”**, i dati richiesti sono la base e l’altezza.

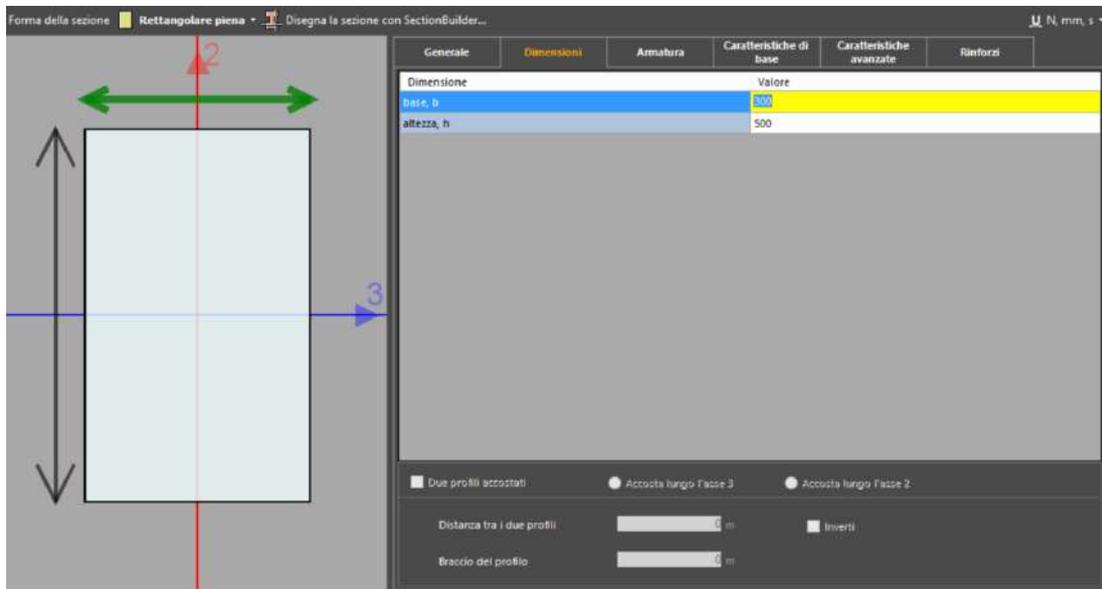


Figura 123. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione rettangolare piena.

- **“sezione rettangolare cava”**, i dati richiesti sono la base, l’altezza, lo spessore dei tratti orizzontali, lo spessore dei tratti verticali.

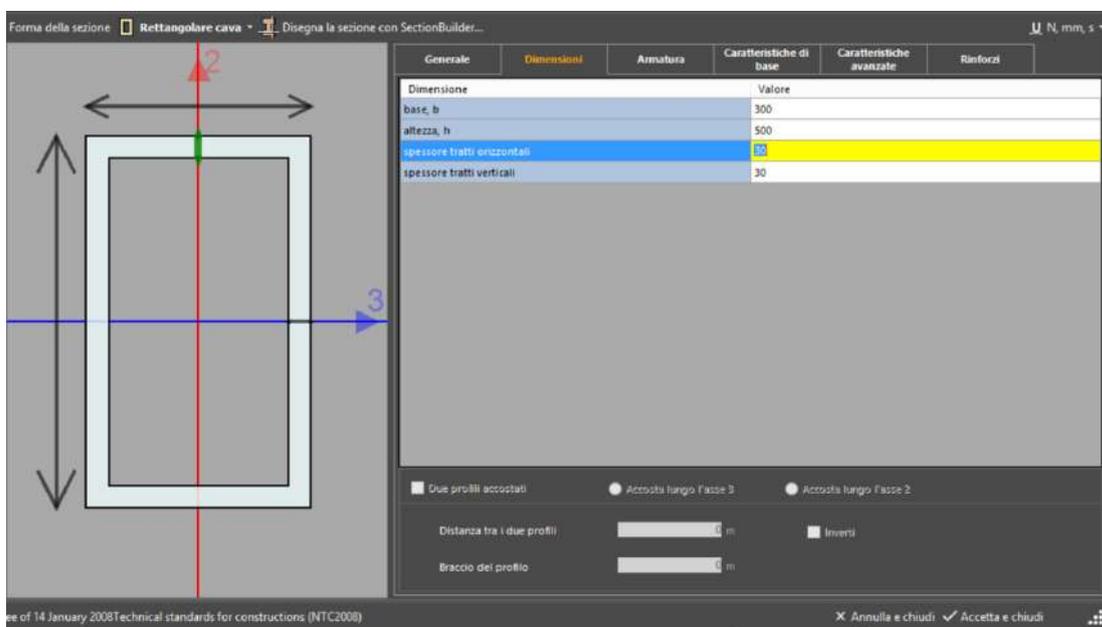


Figura 124. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione rettangolare cava.

- **“sezione circolare piena”**, l'unico dato richiesto è il raggio.

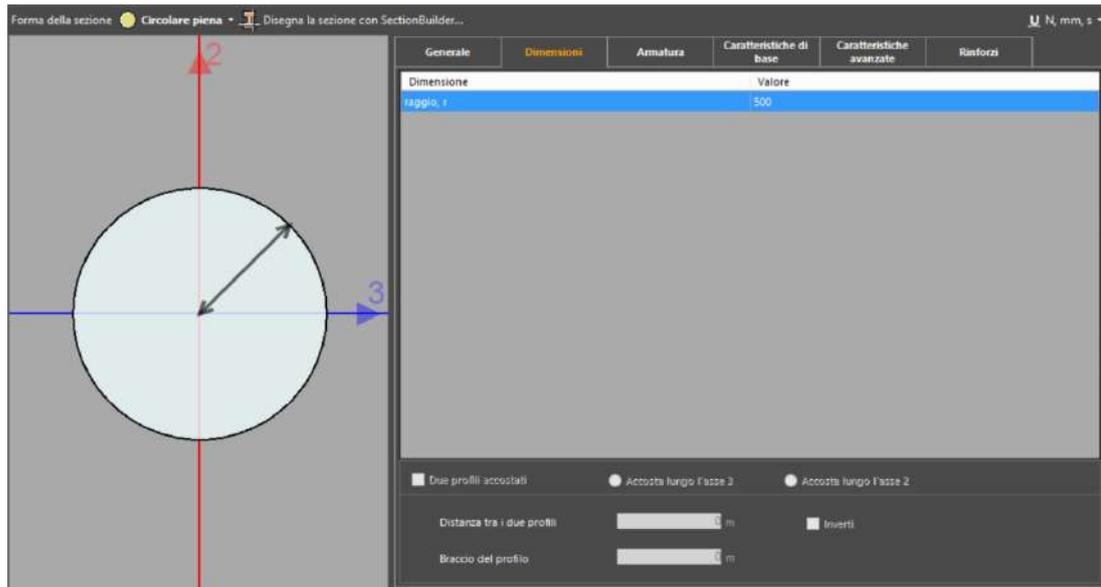


Figura 125. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione circolare piena.

- **“sezione circolare cava”**, i dati richiesti sono il raggio medio (pari alla media tra il raggio esterno ed il raggio interno), lo spessore  $s$  (pari alla differenza tra il raggio esterno ed il raggio interno).

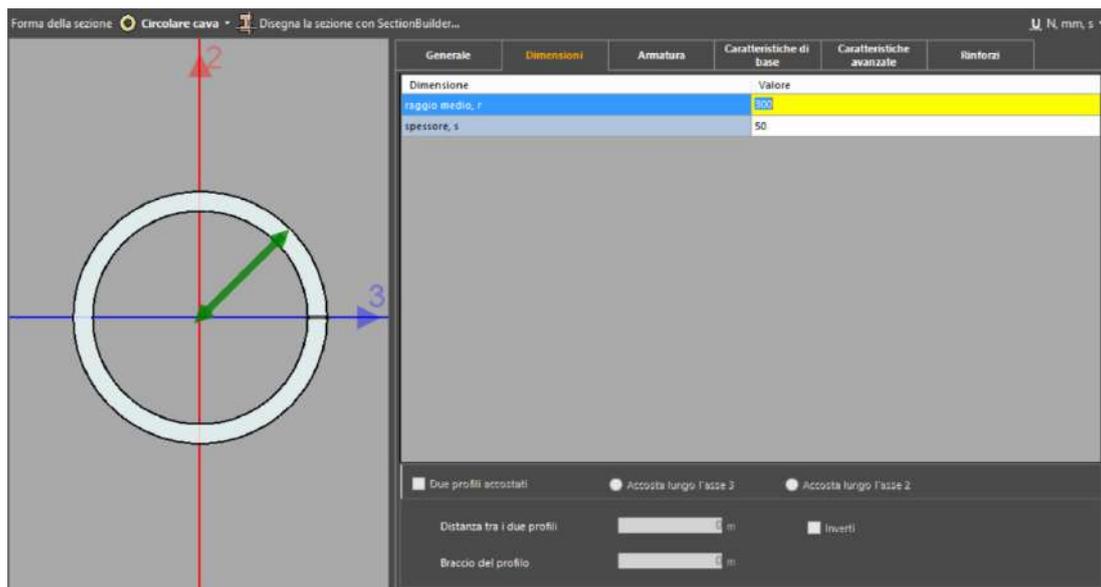


Figura 126. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione circolare cava.

- **“profilo a T”**, i dati richiesti sono la base, l'altezza totale, lo spessore delle ali  $s$ , lo spessore dell'anima  $t$ .

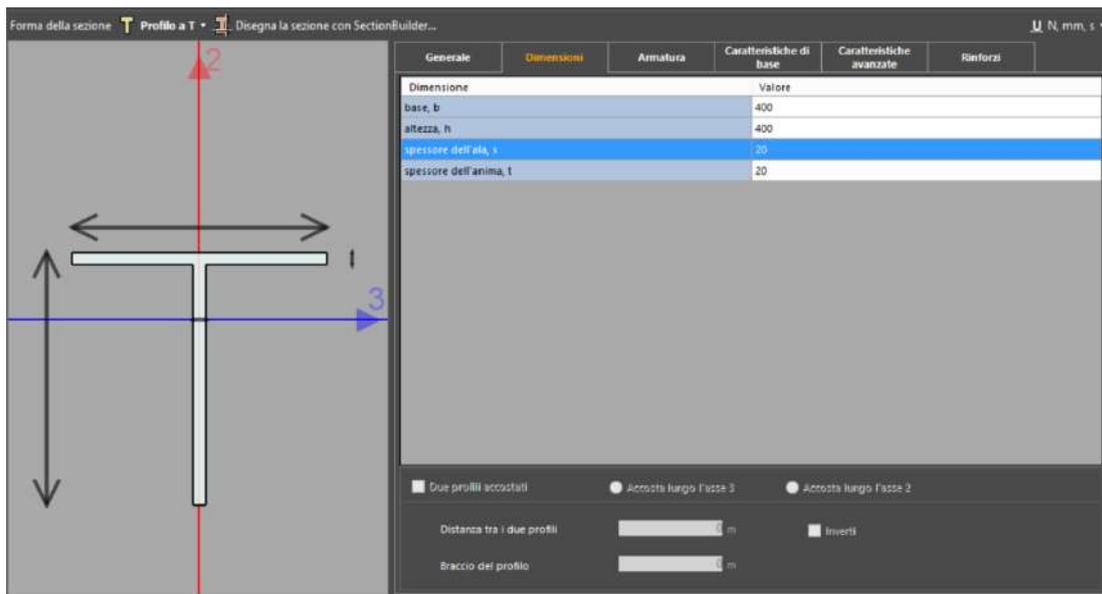


Figura 127. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a T.

- **“profilo a doppio T”**, i dati richiesti sono la base, l'altezza totale, lo spessore delle ali  $t_f$ , lo spessore dell'anima  $t_w$ .

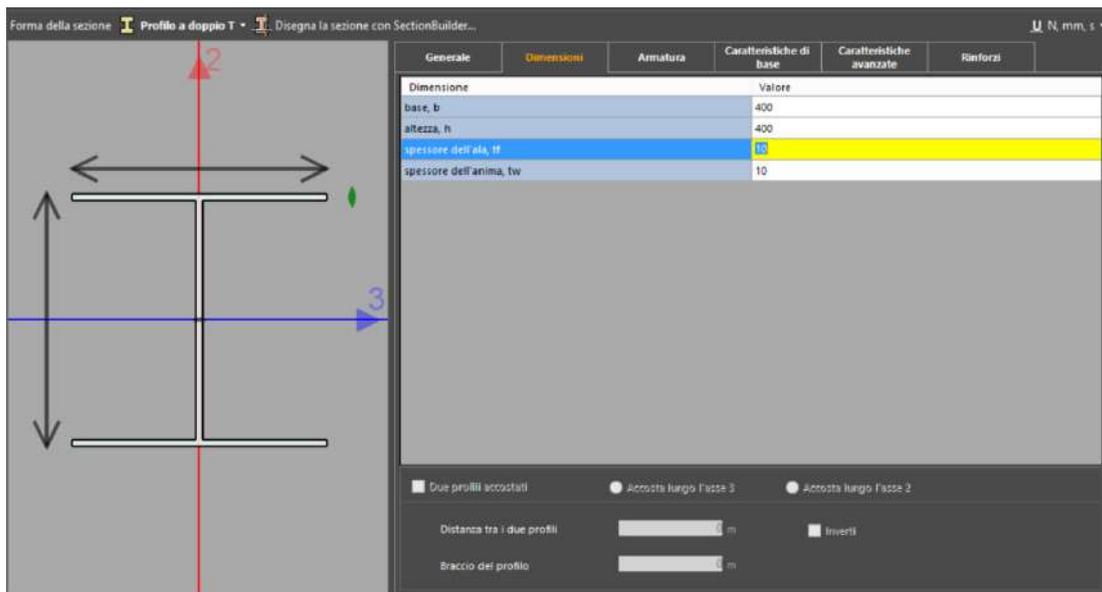


Figura 128. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a doppio T.

- **“profilo a C”**, i dati richiesti sono la base, l’altezza totale, lo spessore delle ali  $t_f$ , lo spessore dell’anima  $t_w$ .

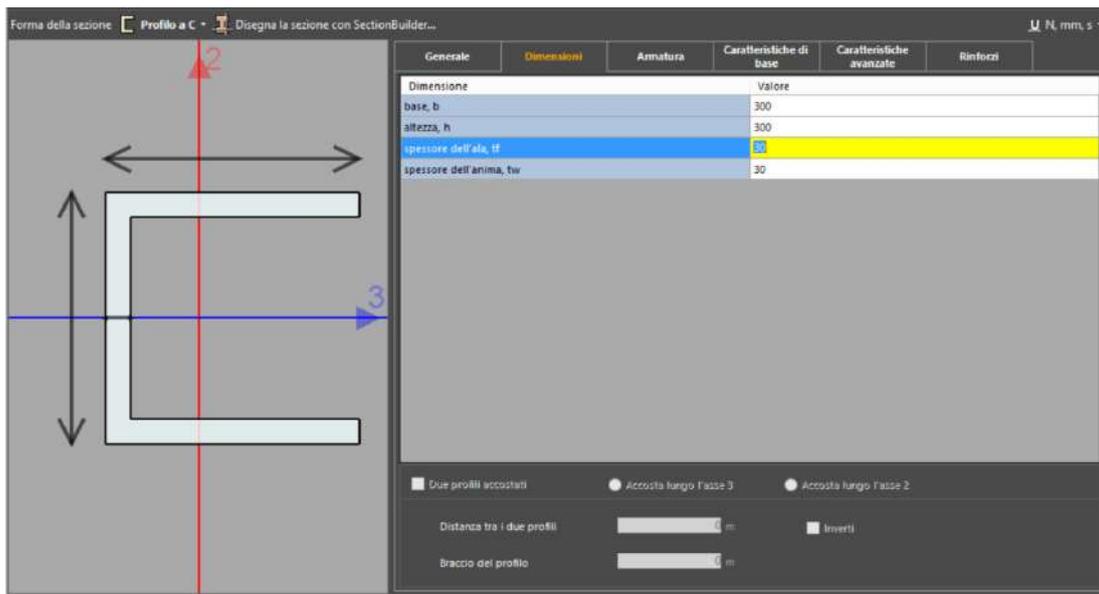


Figura 129. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a C.

- **“profilo a T rovescia”**, i dati richiesti sono la base, l’altezza totale, lo spessore delle ali  $s$ , lo spessore dell’anima  $t$ , il rialzo dell’anima  $r$ .

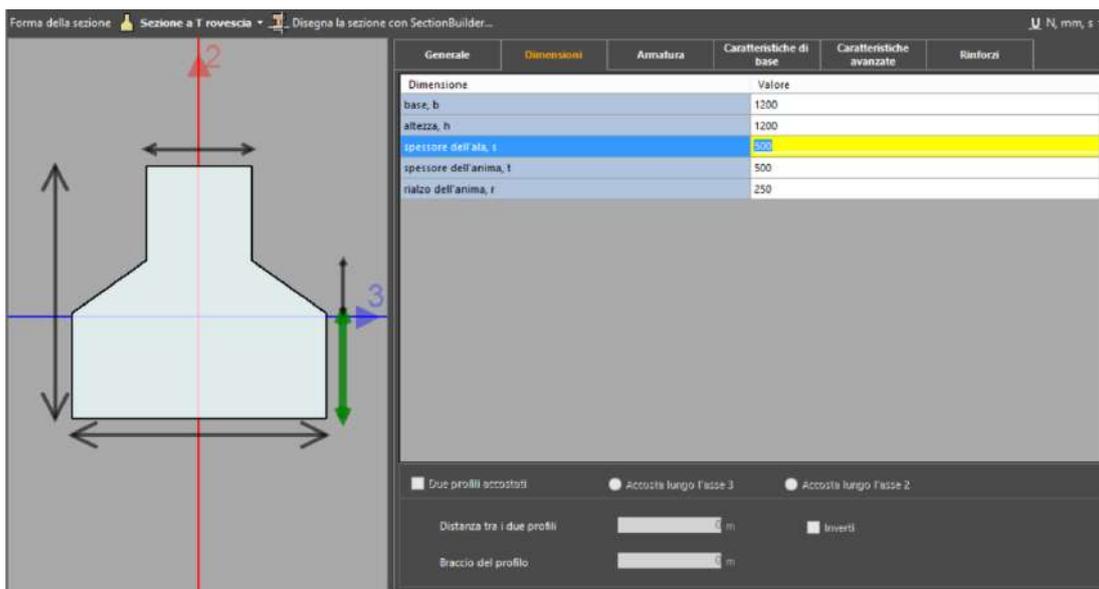


Figura 130. Scheda di definizione delle dimensioni di sezioni a T rovescia.

Se invece si è scelto nella scheda materiale l'opzione tipo di sezione composita e si è operata la scelta per la forma della sezione l'opzione:

- **“sezione rettangolare piena”**, i dati richiesti sono la base, l'altezza, il copriferro inferiore, superiore, sinistro e destro.

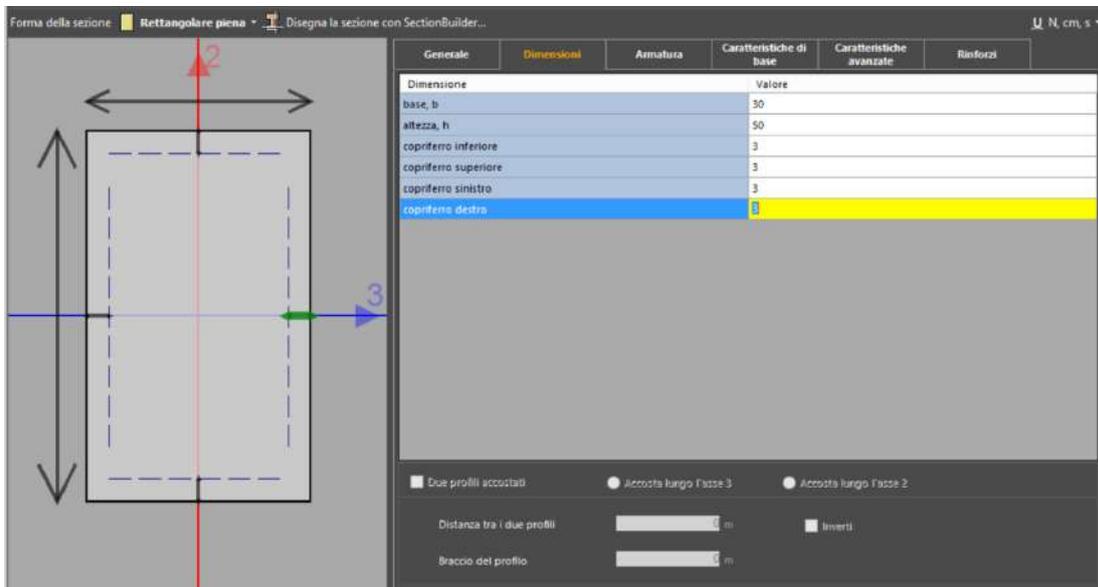


Figura 131. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione rettangolare piena.

- **“sezione rettangolare cava”**, i dati richiesti sono la base, l'altezza, lo spessore dei tratti orizzontali e dei tratti verticali, il copriferro dei tratti orizzontali e dei tratti verticali.

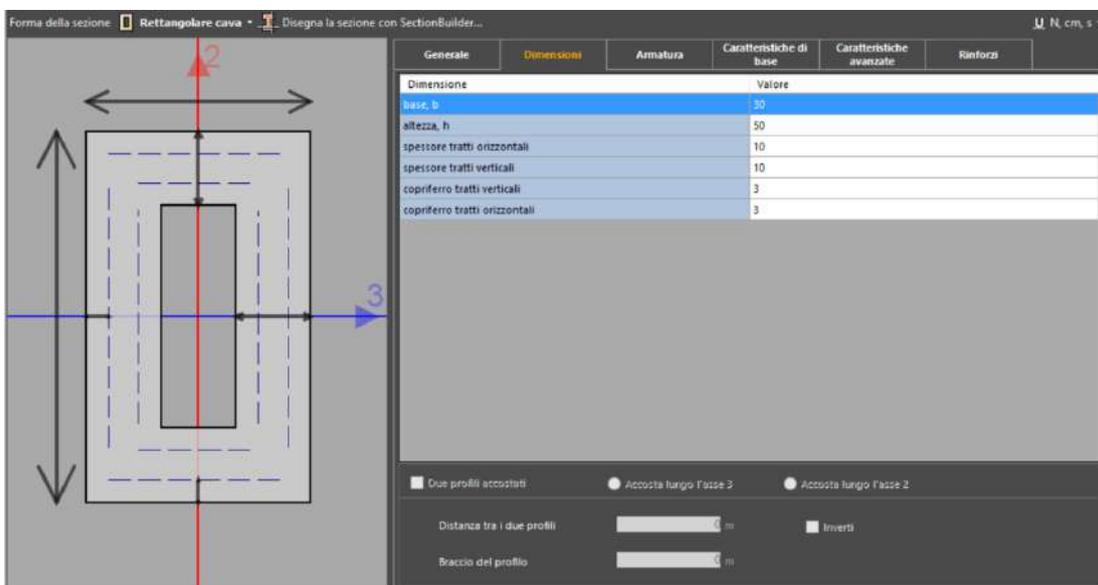


Figura 132. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione rettangolare cava.

- **“sezione circolare piena”**, i dati richiesti sono il raggio ed il copriferro.

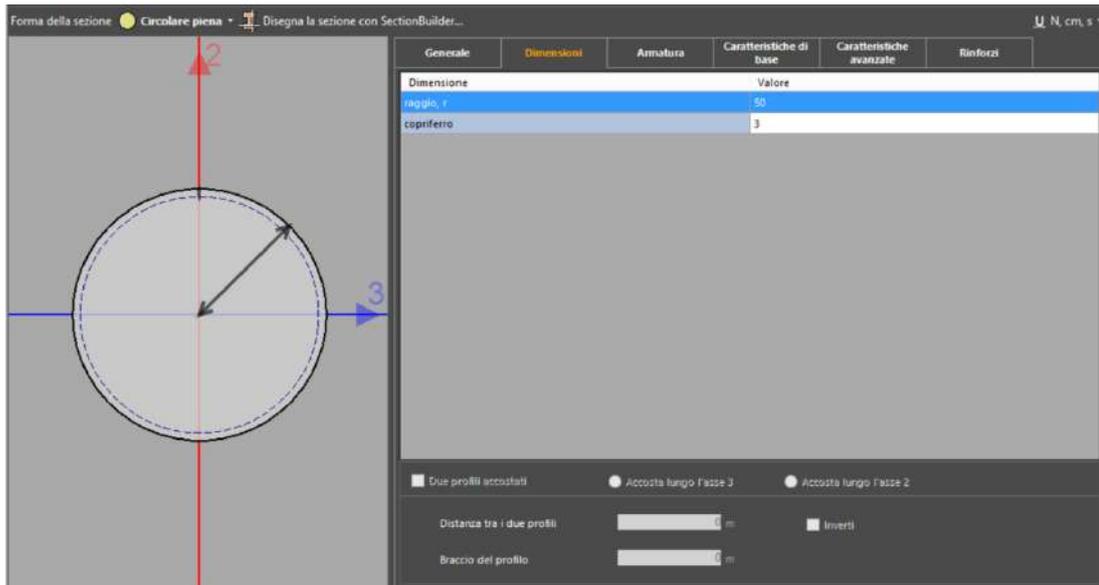


Figura 133. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione circolare piena.

- **“sezione circolare cava”**, i dati richiesti sono il raggio medio (pari alla media tra il raggio esterno ed il raggio interno), lo spessore s (pari alla differenza tra il raggio esterno ed il raggio interno), il copriferro esterno e quello interno.

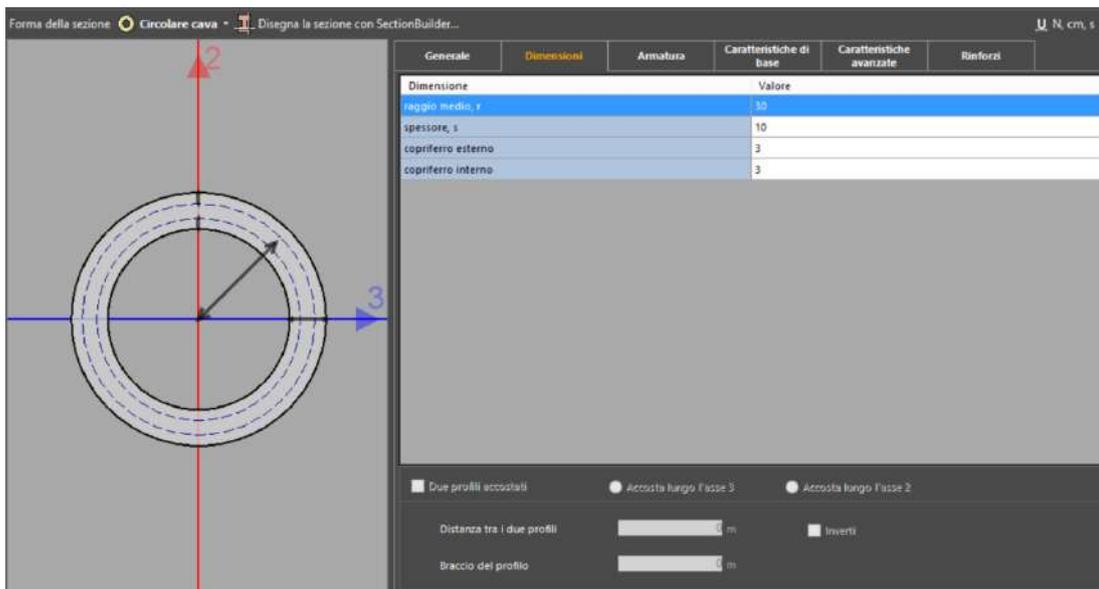


Figura 134. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a sezione circolare cava.

- **“profilo a T”**, i dati richiesti sono la base, l’altezza totale, lo spessore delle ali  $s$ , lo spessore dell’anima  $t$ , il copriferro inferiore, quello superiore ed inferiore delle ali ed il copriferro sulle superfici verticali sinistra e destra rispettivamente per le ali e per l’anima.

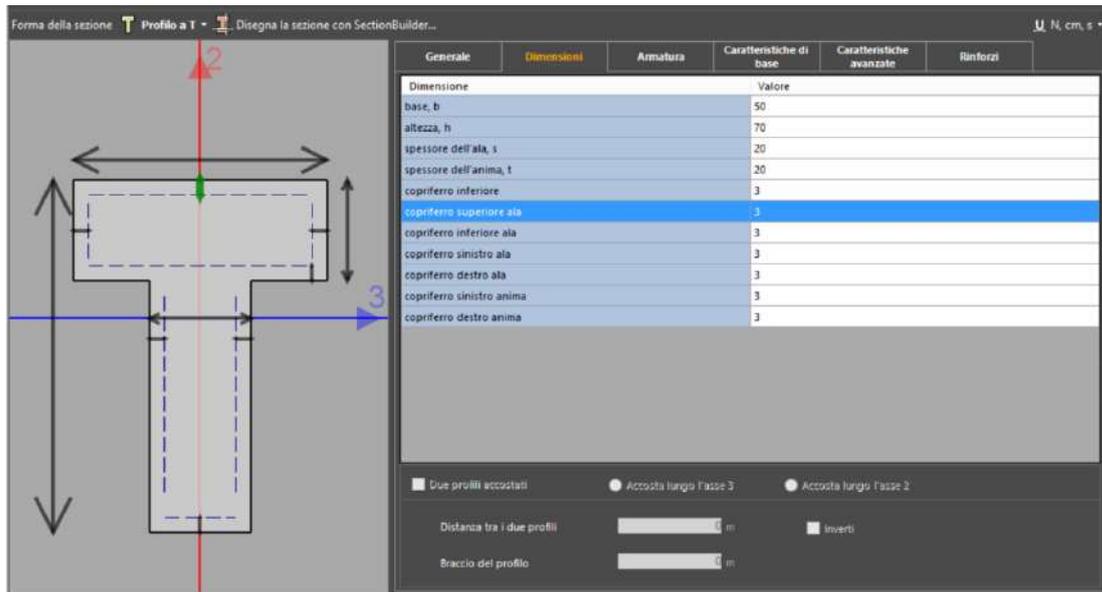


Figura 135. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a T, a sezione composta.

- **“profilo a doppio T”**, i dati richiesti sono la base, l’altezza totale, lo spessore delle ali  $t_f$ , lo spessore dell’anima  $t_w$ , il copriferro superiore ed inferiore rispettivamente delle ali inferiori e superiori, il copriferro sulle superfici verticali sinistra e destra rispettivamente per le ali e per l’anima.

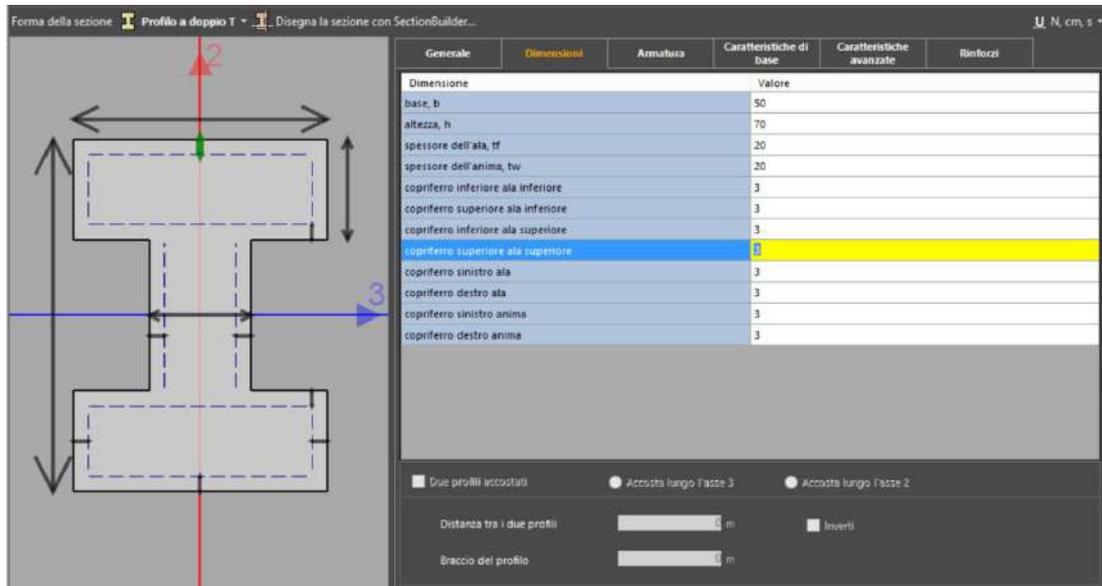


Figura 136. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a doppio T, a sezione composta.

- **“profilo a C”**, i dati richiesti sono la base, l’altezza totale, lo spessore delle ali  $t_f$ , lo spessore dell’anima  $t_w$ , il copriferro superiore ed inferiore rispettivamente delle ali inferiori e superiori, quello sulla superficie verticale destra per le ali ed il copriferro sulle superfici verticali sinistra e destra per l’anima.

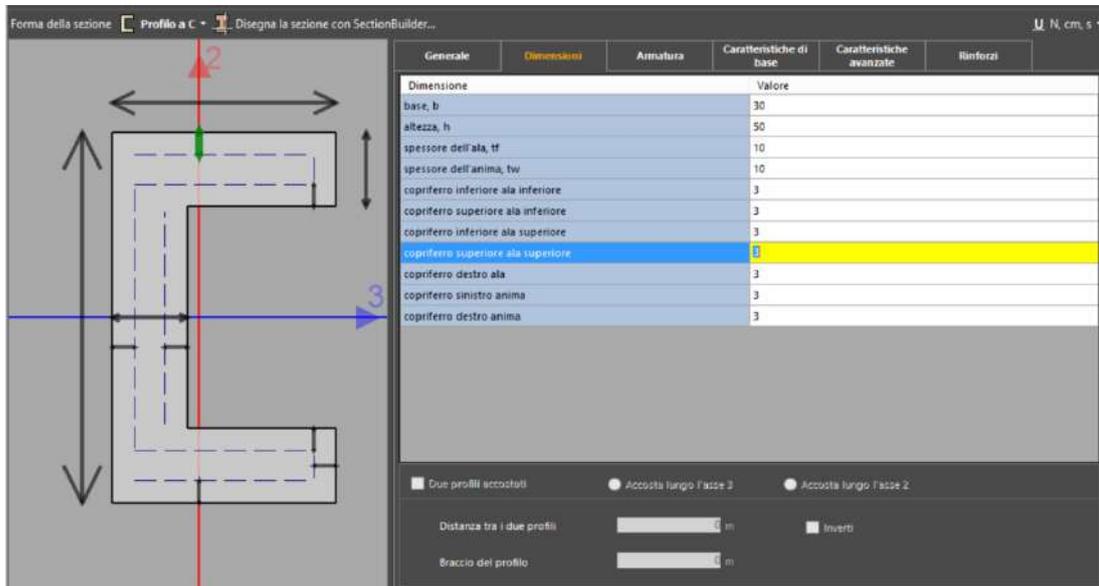


Figura 137. Scheda di definizione delle dimensioni di profili a C, a sezione composta.

- **“profilo a T rovescia”**, i dati richiesti sono la base, l’altezza totale, lo spessore delle ali  $s$ , lo spessore dell’anima  $t$ , il rialzo dell’anima  $r$ , il copriferro superiore superiore delle ali, copriferro inferiore, quello sulle superfici verticali di destra e di sinistra delle ali ed il copriferro sulle superfici verticali sinistra e destra dell’anima.

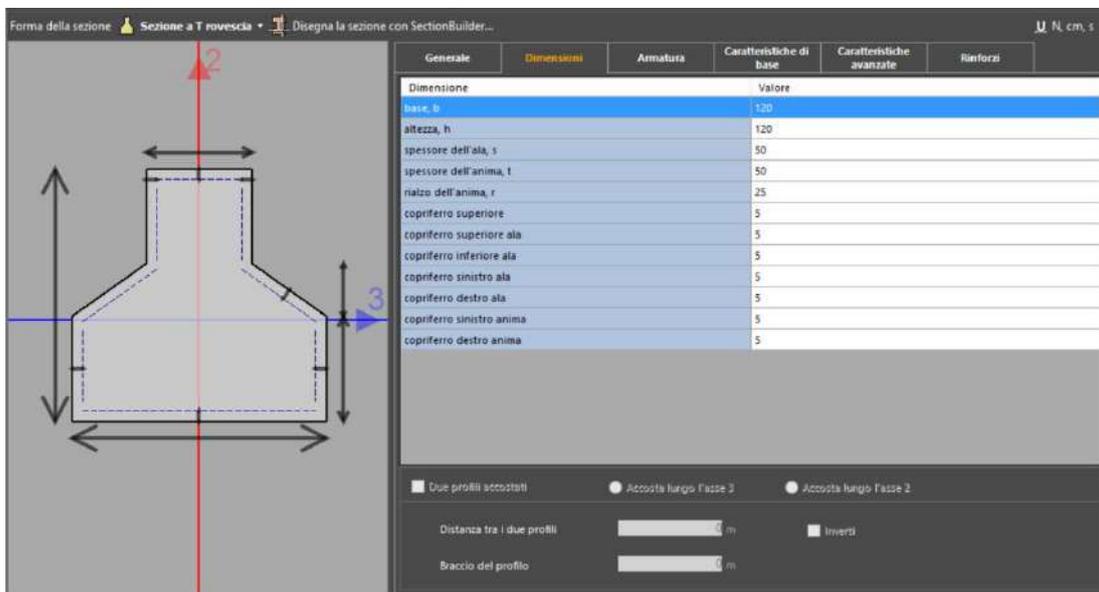


Figura 138. Scheda di definizione delle dimensioni di sezioni a T rovescia tipica delle travi di fondazione.

Se la sezione è stata importata dal sagomario dei profili in acciaio, nella parte in basso della scheda contenente le proprietà geometriche si attivano i comandi che consentono di accostare due profili, lungo uno degli assi di riferimento locali dell'asta (asse 3, asse 2). Inoltre è possibile assegnare la distanza tra i due profili, in funzione della quale, viene automaticamente determinato il braccio del profilo, ovvero la distanza tra i baricentri delle due sezioni accostate, nella direzione dell'asse di riferimento locale rispetto a cui si è definito l'accostamento.

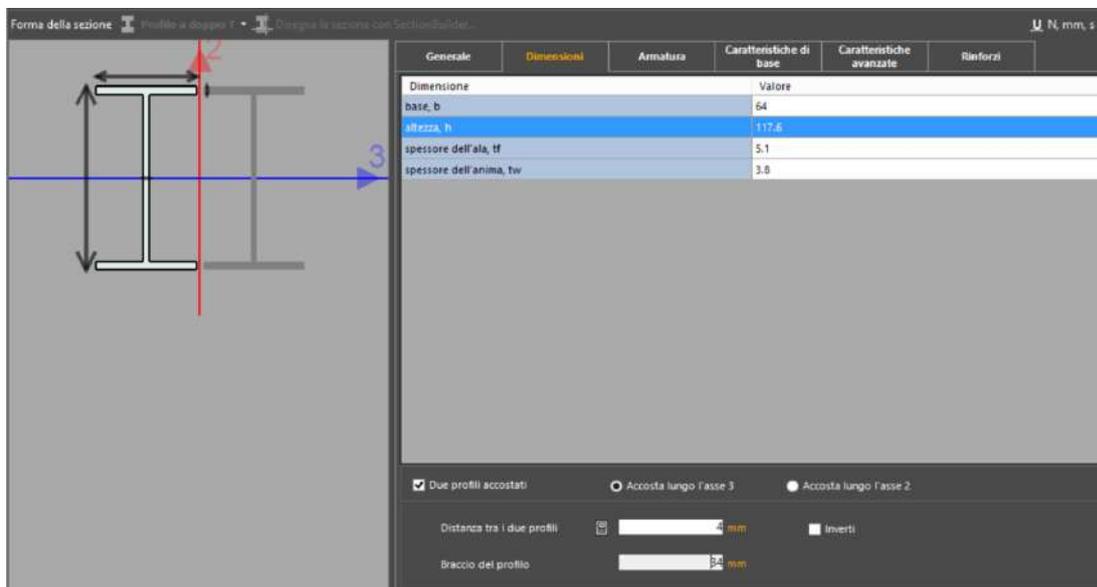


Figura 139. Scheda di definizione delle dimensioni di sezioni importate da sagomario.

#### 4.3.3.1.3. SCHEDA ARMATURA

Nel caso in cui si sia scelta nella scheda materiali l'opzione 'tipo di sezione composita', è necessario indicare il numero e le dimensioni delle barre di armature da disporre a flessione e a taglio.

Per quanto concerne le **armature a flessione** la scheda riporta nella parte superiore una tabella composta da tre colonne: la colonna "posizione" (ove è riportata la descrizione della posizione dell'armatura), la colonna "Armatura in barre" (ove è possibile indicare il numero e il tipo di armature), la colonna "area" (ossia il valore dell'area complessiva delle armature). È importante rilevare che il disegno della sezione si aggiorna ad ogni inserimento dei dati nella tabella: le barre sono disegnate (in scala) nella posizione indicata in tabella. Con riferimento al modello di trave con comportamento non lineare a plasticità concentrata, l'inserimento delle armature a flessione determina la definizione delle caratteristiche non lineari della sezione composita in c.a. ossia delle relative cerniere plastiche:

- in termini di solo momento flettente plastico ( $M_{rd}$ ), attorno all'asse 3, nel caso in cui il comportamento dell'asta sia bidimensionale, interagente o non con la muratura (definisci elemento tipo > asta > comportamento "trave/cordolo", cfr. § 4.3.5.3). È importante sottolineare che in tal caso la trave non possiede i gradi di libertà corrispondenti alle rotazioni attorno all'asse 2, pertanto rigidità flessionale e momento resistente attorno a tale asse verranno ignorati nel calcolo. Inoltre è bene ricordare che l'asse 3, di default, è sempre ortogonale alla parete su cui giace l'elemento trave (cfr. § 4.3.3.1);
- in termini di dominio di resistenza sforzo normale – flessione (PMM) nel caso in cui il comportamento dell'asta sia tridimensionale, interagente o non con la muratura (definisci elemento tipo > asta > comportamento "pilastro", cfr. § 4.3.5.3). In tal caso l'asta è dotata di rigidità flessionale con comportamento non lineare in entrambe le direzioni principali di sollecitazione, individuate dagli assi 2 e 3. Inoltre viene tenuta in conto l'interazione tra le varie caratteristiche della sollecitazione.

Per quanto concerne le **armature a taglio** la scheda riporta nella parte inferiore un riquadro dove è possibile inserire il diametro, il passo, ed il numero di braccia delle staffe presenti nella sezione, da sottoporre alla verifica a taglio (cfr. § 11.3).

Viene inoltre comunicato se i dati inseriti per le armature a taglio rispettano i minimi di normativa. Nel caso in cui essi non dovessero essere rispettati, è possibile impostarli in maniera automatica, selezionando la voce **"Imposta i minimi"** e scegliendo gli elementi per i quali essi devono essere rispettati (travi e/o pilastri).

#### Armature a flessione

Le armature a flessione, presenti nella sezione, possono essere definite attraverso la tabella sopra citata. L'inserimento dei dati nella colonna "Armature in barre" dovrà avvenire secondo le seguenti regole:

- digitare "3f12" per indicare un'armatura composta da "3Ø12".
- digitare "1f12+4f16" per indicare un'armatura composta da "1Ø12 + 4Ø16".

I dati richiesti in tabella sono funzione della forma della sezione selezionata nella scheda delle proprietà:

- **'sezione rettangolare piena'**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza del bordo inferiore, del bordo superiore, della parete di sinistra e di destra.

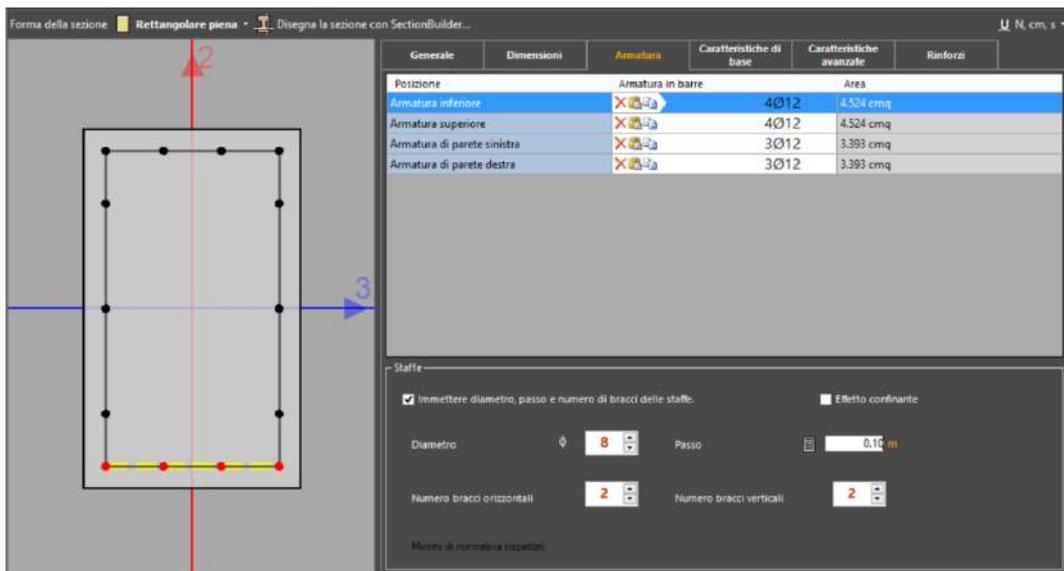


Figura 140. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a sezione rettangolare piena.

- **'sezione rettangolare cava'**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza del bordo esterno ed interno rispettivamente dei tratti superiore e inferiore, del bordo esterno ed interno rispettivamente della parete di sinistra e di destra.

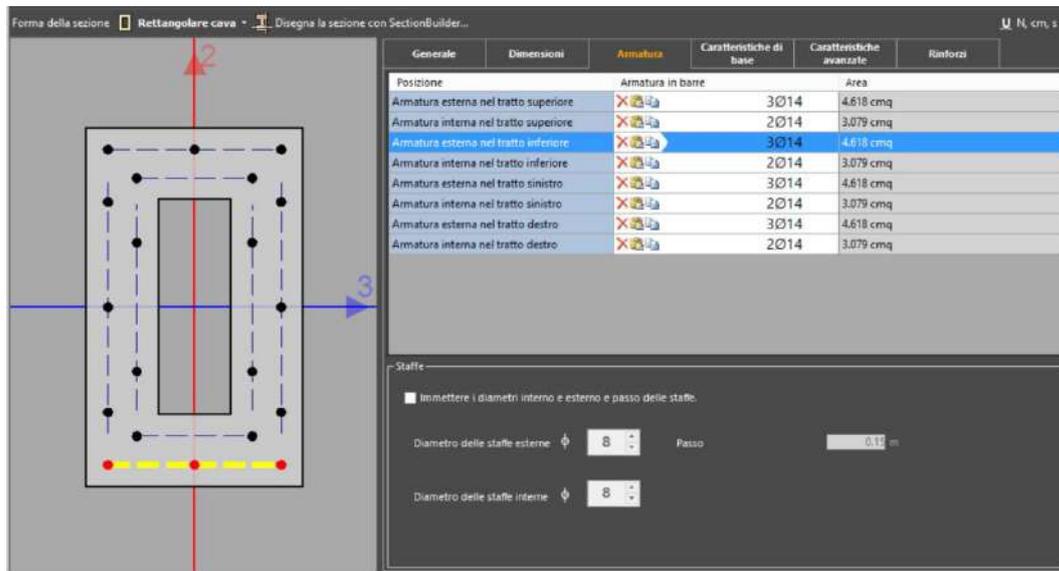


Figura 141. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a sezione rettangolare cava.

- **'sezione circolare piena'**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza del bordo esterno.

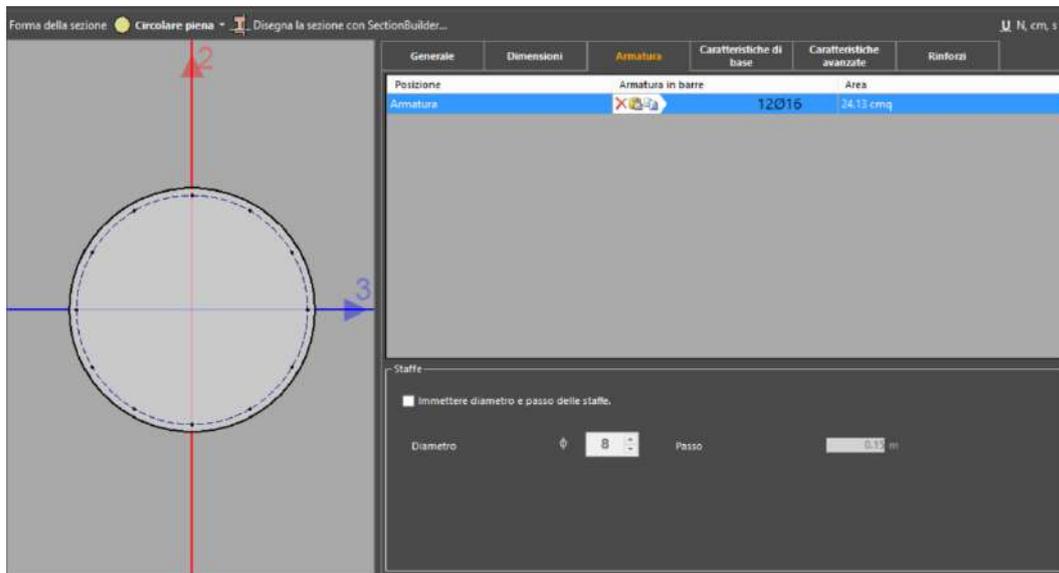


Figura 142. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a sezione circolare piena.

- **'Sezione circolare cava'**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza del bordo interno e di quello esterno.

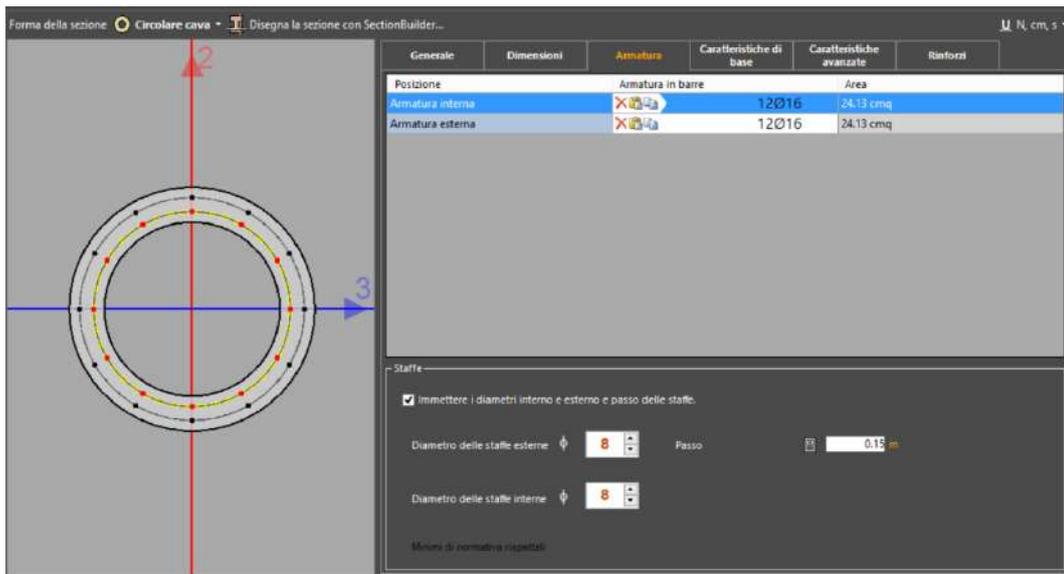


Figura 143. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a sezione circolare cava.

- **'Profilo a T'**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza del bordo inferiore, del bordo inferiore e superiore delle ali, della parete sinistra e destra delle ali, della parete sinistra e destra dell'anima.

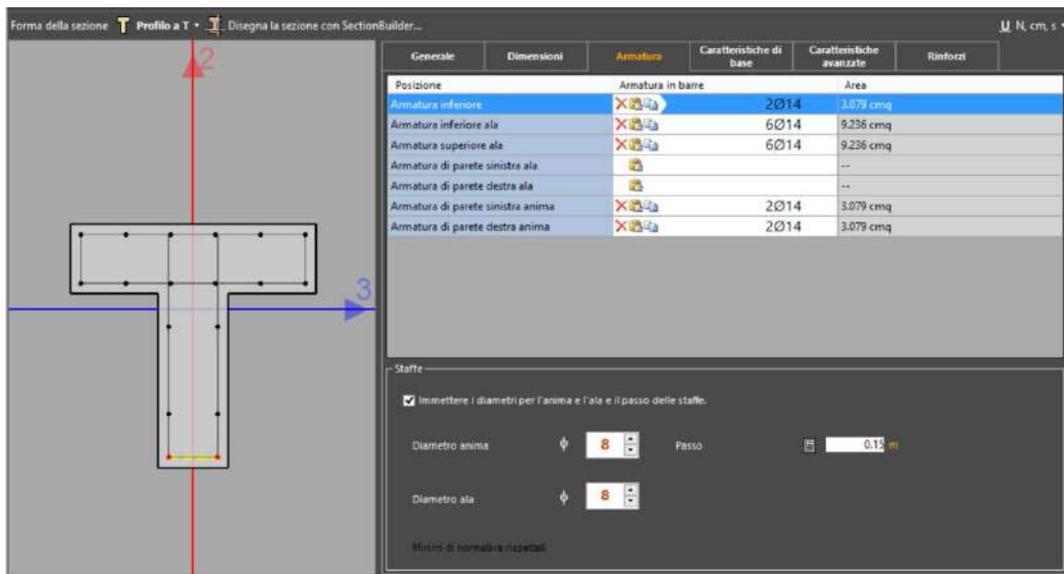


Figura 144. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a T.

- **'Profilo a doppio T'**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza
  - dei bordi inferiore e superiore delle ali inferiori,
  - dei bordi inferiore e superiore delle ali superiori,
  - dei bordi sinistro e destro delle ali inferiori,
  - dei bordi sinistro e destro delle ali superiori,
  - dei bordi sinistro e destro dell'anima.

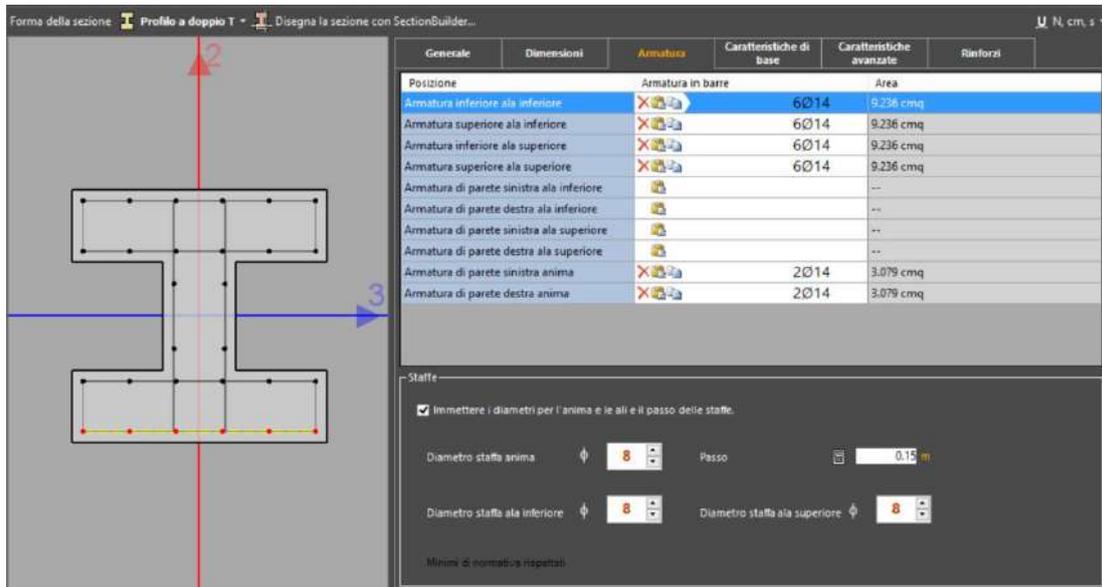


Figura 145. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a doppio T.

- **'Profilo a C'**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza
  - dei bordi inferiore e superiore dell'ala inferiore,
  - dei bordi inferiore e superiore dell'ala superiore,
  - del bordo destro dell'ala inferiore,
  - del bordo destro dell'ala superiore,
  - dei bordi sinistro e destro dell'anima.

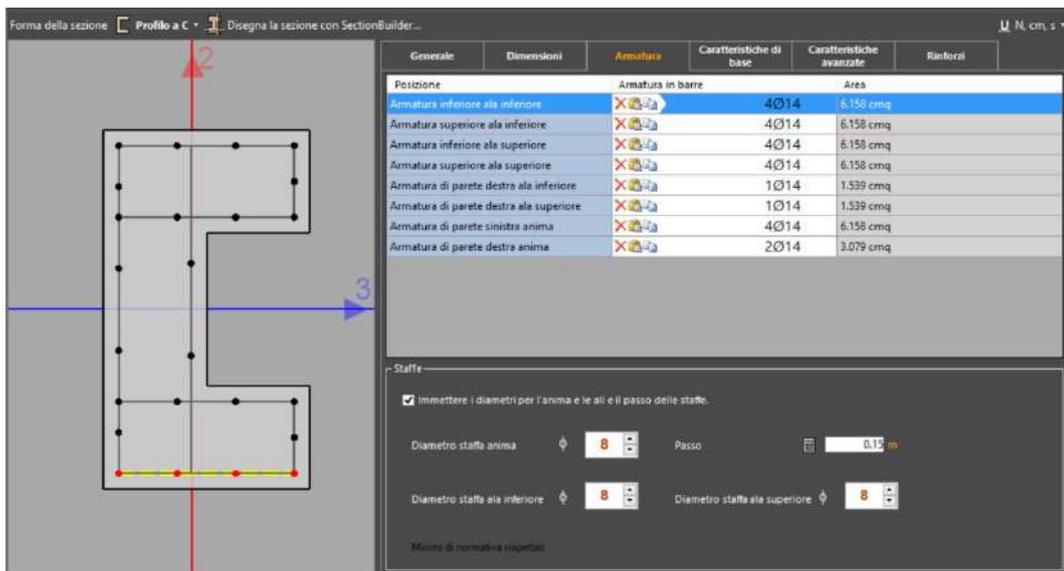


Figura 146. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a C.

- **Profilo a "T rovescia"**: i dati richiesti in tabella sono il numero e il tipo di barre in acciaio in corrispondenza
  - dei bordi inferiore e superiore
  - dei bordi inferiore e superiore dell'ala di sinistra e di destra,
  - dei bordi destro e sinistro delle ali,
  - dei bordi sinistro e destro dell'anima.

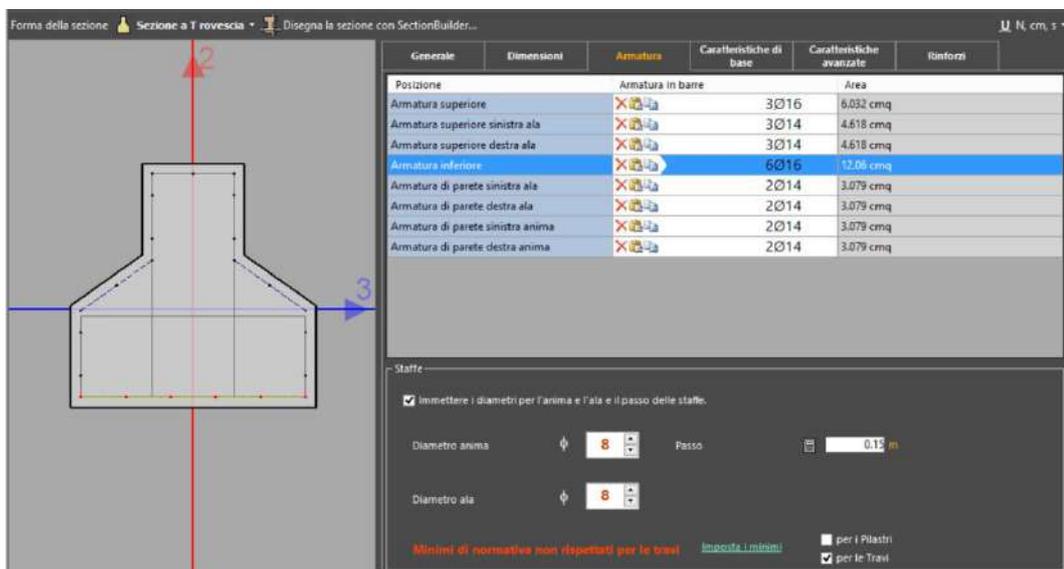


Figura 147. Scheda di definizione dell'armatura per profilo a T rovescia.

#### 4.3.3.1.4. SCHEDA CARATTERISTICHE DI BASE

In tale scheda sono riportate le principali caratteristiche geometriche della sezione e di massa per unità di lunghezza della sezione, che saranno adottate ai fini dell'analisi del modello strutturale. Le proprietà geometriche della sezione sono:

- **Area**, l'area della sezione.
- **Momento d'inerzia 2**, il momento d'inerzia valutato con riferimento all'asse verticale 2.

- **Momento d'inerzia 3**, il momento d'inerzia valutato con riferimento all'asse orizzontale 3.

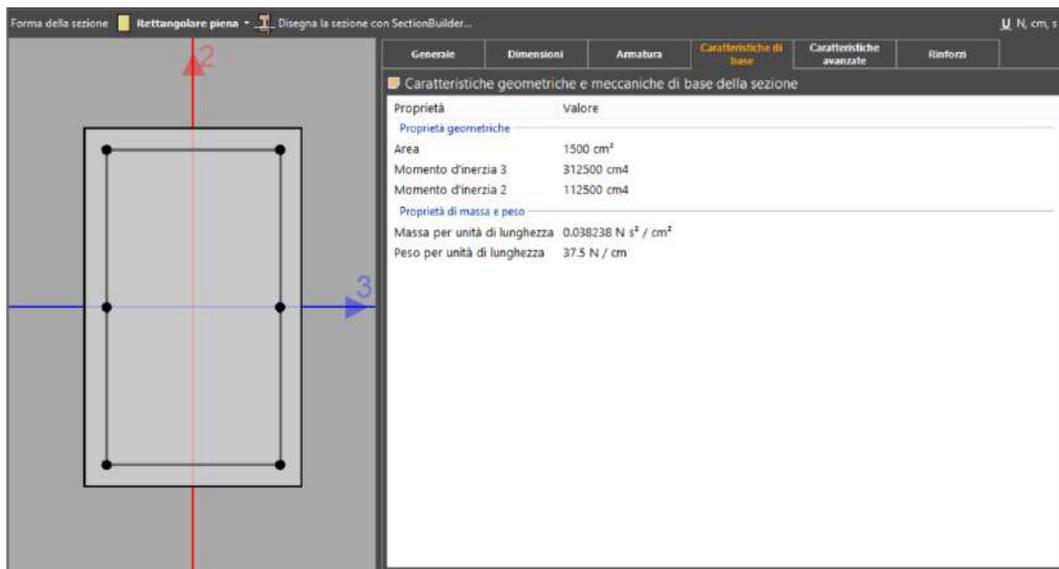


Figura 148 Scheda caratteristiche di base

Le proprietà di massa e peso della sezione sono:

- Massa per unità di lunghezza.
- Peso per unità di lunghezza.

#### 4.3.3.1.5. SCHEDA CARATTERISTICHE AVANZATE

In tale scheda è possibile visualizzare i parametri di resistenza e duttilità della sezione:

- **Sforzo normale limite (positivo)**: il valore dello sforzo normale resistente che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per trazione semplice;
- **Sforzo normale limite (negativo)**: il valore dello sforzo normale resistente che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per compressione semplice;
- **Momento plastico 3 (positivo) per N=0**: il valore del momento flettente che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta superiormente;
- **Momento plastico 3 (negativo) per N=0**: il valore del momento flettente che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta inferiormente;
- **Momento plastico 2 (positivo) per N=0**: il valore del momento flettente che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta sul lato destro della sezione;
- **Momento plastico 2 (negativo) per N=0**: il valore del momento flettente che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta sul lato sinistro della sezione;
- **Curvatura di snervamento 3 (positiva) per N=0**: il valore della curvatura che porta allo snervamento dell'armatura disposta superiormente quando la sezione è soggetta a sforzo normale nullo;

- **Curvatura di snervamento 3 (negativa) per N=0:** il valore della curvatura che porta allo snervamento dell'armatura disposta inferiormente quando la sezione è soggetta a sforzo normale nullo;
- **Curvatura di snervamento 2 (positiva) per N=0:** il valore della curvatura che porta allo snervamento dell'armatura disposta sul lato destro della sezione quando la stessa è soggetta a sforzo normale nullo;
- **Curvatura di snervamento 2 (negativa) per N=0:** il valore della curvatura che porta allo snervamento dell'armatura disposta sul lato sinistro della sezione quando la stessa è soggetta a sforzo normale nullo;
- **Curvatura ultima 3 (positiva) per N=0:** il valore della curvatura che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta superiormente;
- **Curvatura ultima 3 (negativa) per N=0:** il valore della curvatura che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta inferiormente;
- **Curvatura ultima 2 (positiva) per N=0:** il valore della curvatura che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta sul lato destro della sezione;
- **Curvatura ultima 2 (negativa) per N=0:** il valore della curvatura che determina il raggiungimento delle condizioni ultime per flessione della sezione quando è soggetta a sforzo normale nullo, ponendo in trazione l'armatura disposta sul lato sinistro della sezione;
- **Taglio in direzione 2-2 per N=0:** riporta il valore di calcolo dei tagli resistenti relativi alla rottura del calcestruzzo e delle armature con riferimento alla direzione 2 del sistema locale.
- **Taglio in direzione 3-3 per N=0:** riporta il valore di calcolo dei tagli resistenti relativi alla rottura del calcestruzzo e delle armature con riferimento alla direzione 3 del sistema locale.

Nella scheda caratteristiche avanzate è possibile impostare il comportamento della sezione:

**Comportamento infinitamente duttile a presso-flessione:** se selezionata non considera alcun limite nelle rotazioni plastiche, sia in termini di rotture fragili durante le analisi (se previste), sia in termini di eventi riportati a fine analisi nel registro degli eventi. Se tale opzione non è selezionata il software riconosce le rotture durante l'analisi ed esegue le opportune ridistribuzioni.

**Comportamento infinitamente resistente taglio:** se selezionata non considera per la sezione alcun limite di resistenza a taglio. Durante le analisi (anche se previste) non potranno verificarsi rotture fragili e nelle verifiche a taglio l'asta non verrà considerata. Se tale opzione non è selezionata il software riconosce le rotture a taglio durante l'analisi ed esegue le opportune ridistribuzioni.

Mediante il comando **visualizza dominio MN**, è possibile visualizzare il dominio MN della sezione (cfr. § 4.3.3.1.6).

Mediante il comando **visualizza diagramma momento-curvatura**, è possibile visualizzare i legami momento-curvatura della sezione nelle direzioni 2 e 3 degli assi del sistema di riferimento locale.



### ATTENZIONE

*Se la sezione è omogenea questa scheda risulta disabilitata. Le informazioni relative a parametri meccanici della sezione vengono riportate nella scheda Caratteristiche di base.*

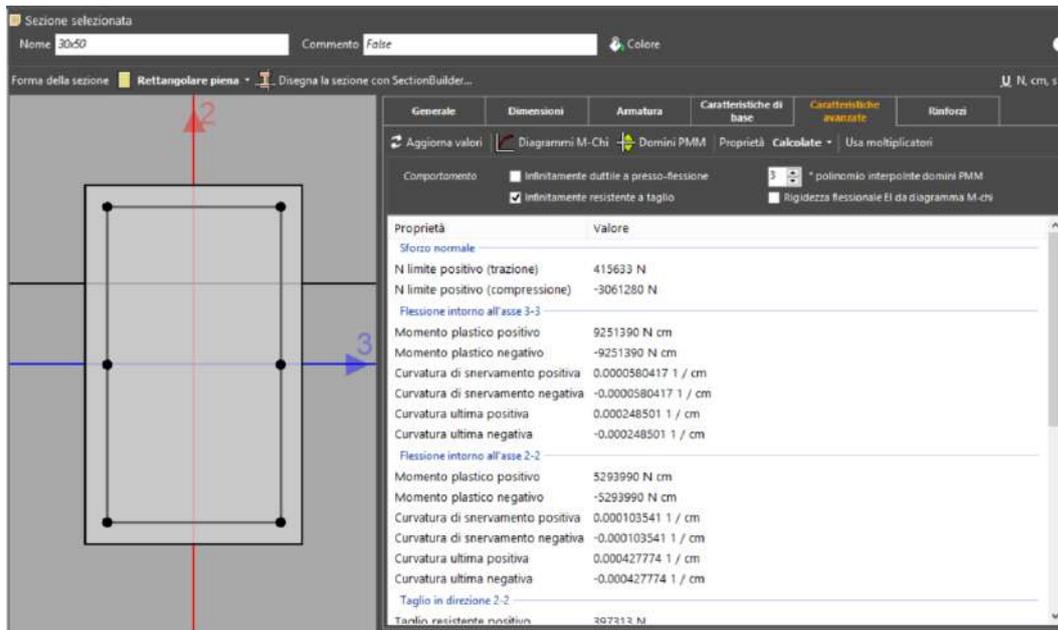


Figura 149 Scheda caratteristiche avanzate per sezione composta

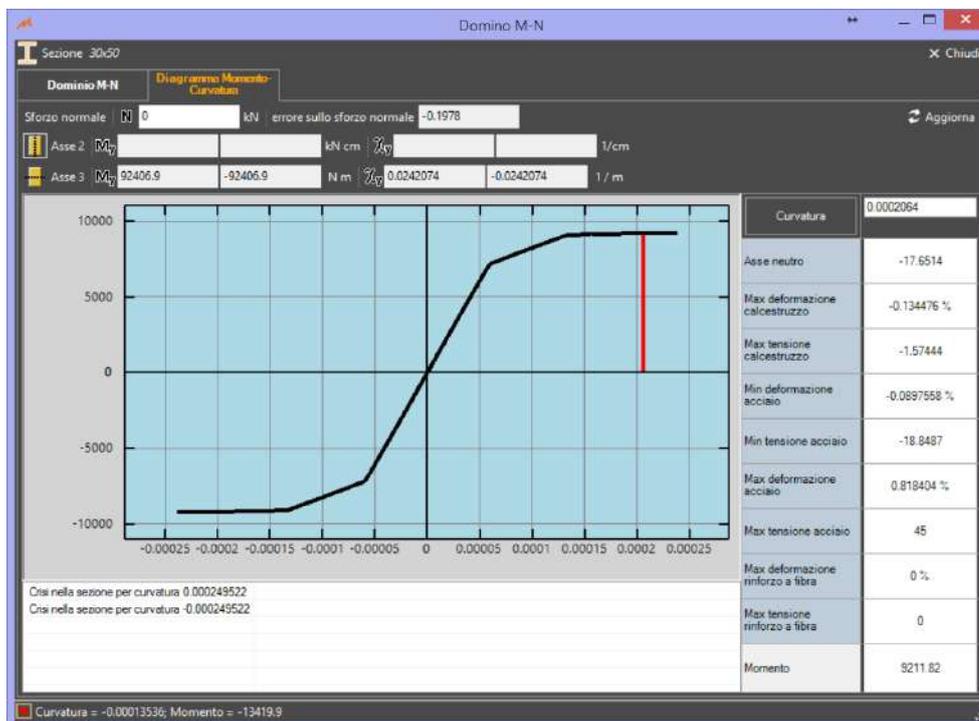


Figura 150. Finestra di visualizzazione dei diagramma momento-curvatura.

E' inoltre possibile utilizzare dei coefficienti moltiplicativi che amplificano o decurtano la rigidezza assiale e flessionale dell'asta. Questi vengono visualizzati al click della voce "Usa moltiplicatori".

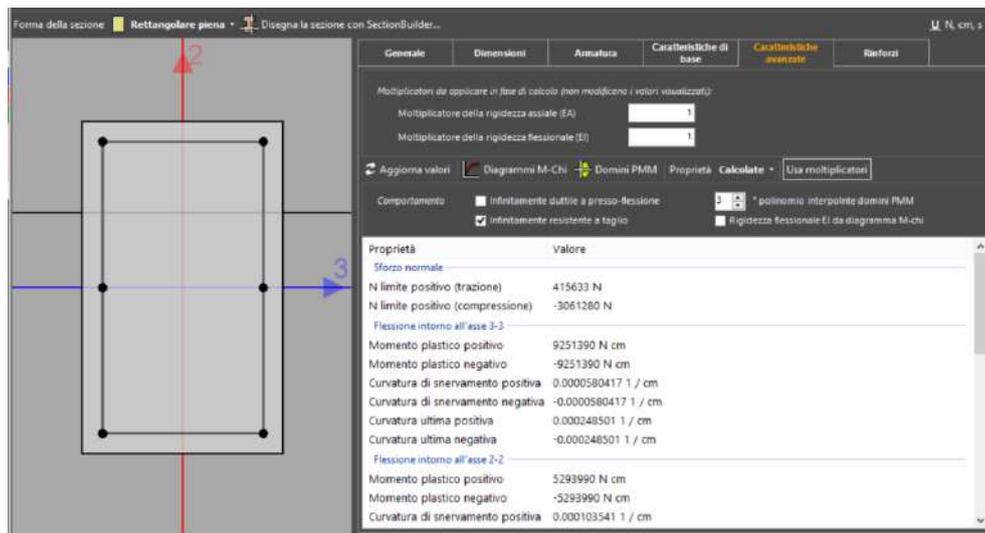
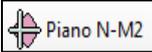
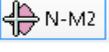
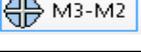
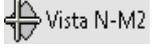


Figura 151 Uso dei moltiplicatori per le rigidzze dell'asta

## 4.3.3.1.6. DOMINIO MN DELLA SEZIONE (MODULO 3DM-SMCA)

COMANDO: MENU DEFINISCI>SEZIONI...>SEZIONI PER ASTA>SCHEDA CARATTERISTICHE AVANZATE>VISUALIZZA DOMINI MN

La finestra "Visualizza Domini MN" permette la visualizzazione piana e tridimensionale dei domini MN delle sezioni definite attraverso le procedure descritte al § 4.3.3.1. La finestra è composta da un'area di visualizzazione e da un menù in cui sono presenti i seguenti comandi.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
 Piano N-M3	Visualizza il dominio MN nel piano N - M <sub>3</sub>
 Piano N-M2	Visualizza il dominio MN nel piano N - M <sub>2</sub>
 Piano M3-M2	Visualizza il dominio MN nel piano M <sub>2</sub> - M <sub>3</sub>
 Curve di livello N M3 M2	Imposta la visualizzazione delle curve di livello N, M3, M2
	Elimina i piani secanti
	Visualizza piani
	Visualizza valori
	Visualizza punti esatti del dominio, nella visualizzazione piana
 N-M3	Attiva la visualizzazione bidimensionale del dominio N-M3
 N-M2	Attiva la visualizzazione bidimensionale del dominio N-M2
 M3-M2	Attiva la visualizzazione bidimensionale del dominio M3-M2
 Dominio 3D	Attiva la visualizzazione tridimensionale del dominio MN
 Vista N-M3  Vista N-M2  Vista M3-M2	Attiva la visualizzazione piana del dominio tridimensionale
 Zoom Tutto	Adatta la vista agli oggetti correnti selezionati

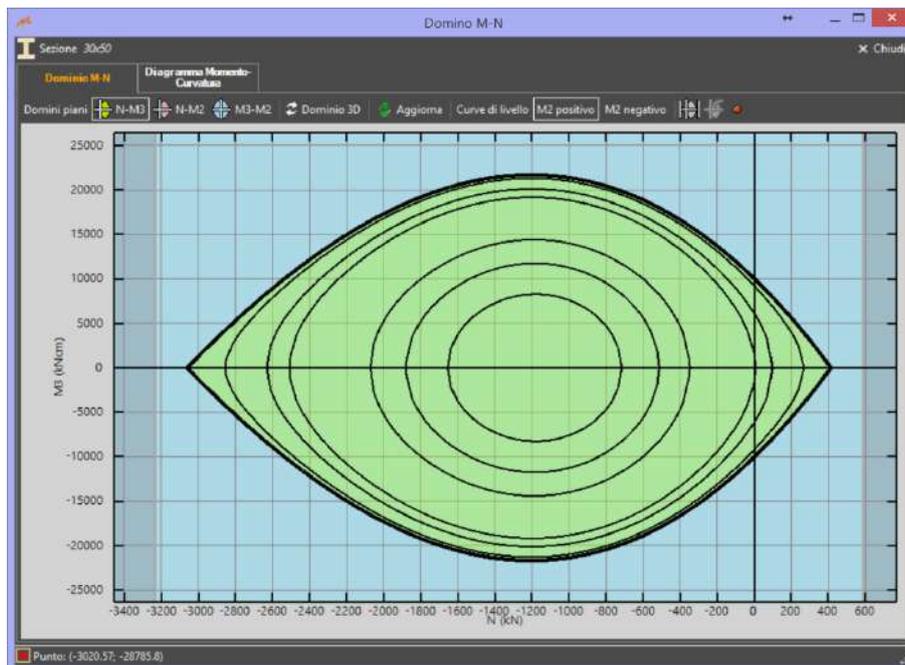


Figura 152. Visualizzazione piana del dominio MN.

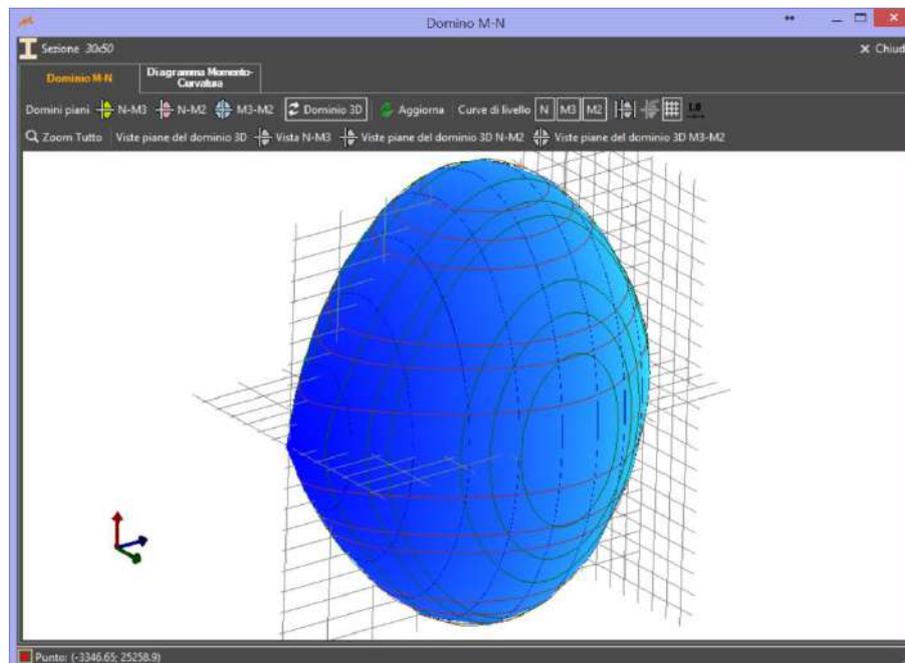


Figura 153. Visualizzazione tridimensionale del dominio M-N.

E' possibile inserire dei Piani Secanti all'interno del Dominio M-N, portandosi su una visualizzazione piana del Dominio.

Lateralmente alla finestra viene visualizzata un barra bianca. Questa, indicativa del piano secante, può essere spostata dinamicamente mediante il suo trascinamento.

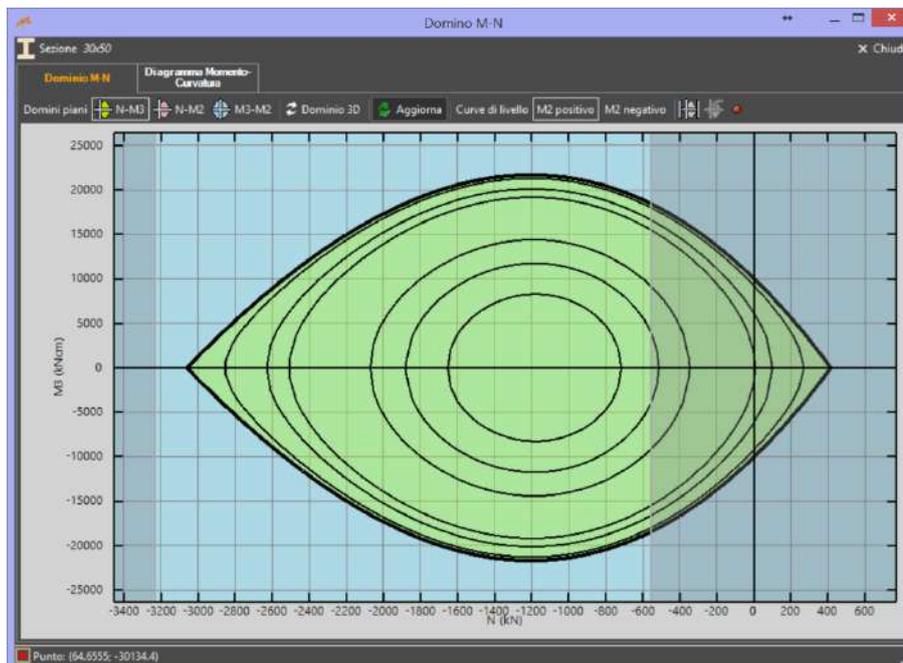


Figura 154. Input Piani Secanti

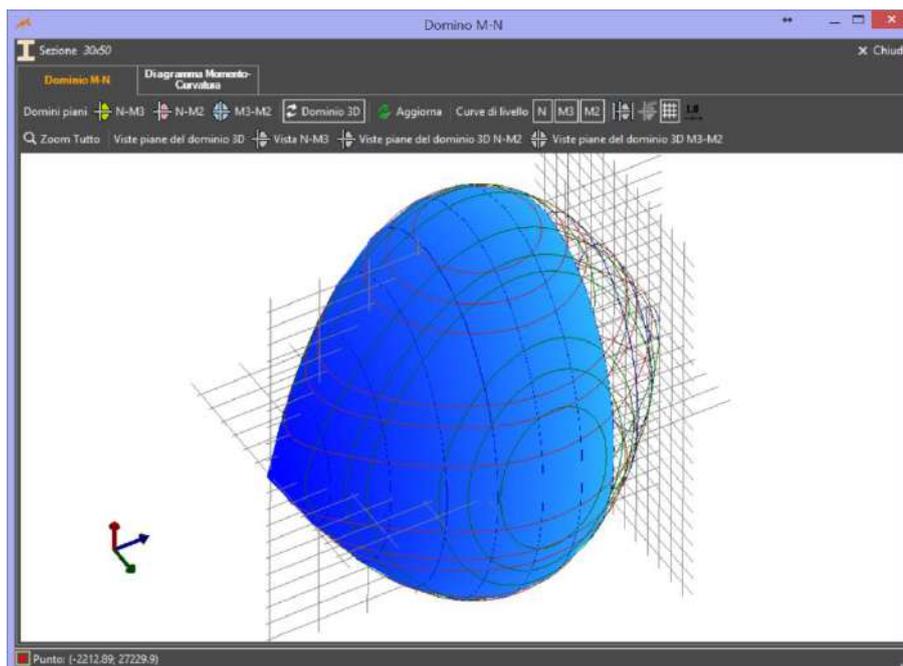


Figura 155. Visualizzazione Dominio 3D con Piani Secanti

#### 4.3.3.1.7. RINFORZI (MODULO 3DM-RST)

COMANDO: MENU DEFINISCI>SEZIONI...>SEZIONI PER ASTA>RINFORZI

L'applicazione dei rinforzi sulle sezioni in c.a. prevede l'utilizzo di tre differenti tipologie:

- FRP** – Rinforzi con tessuti e fibre unidirezionali
- CAM** – Metodo delle cuciture attive
- Calastrellature** – Incamiciatura realizzata con angolari

## 4.3.3.1.7.1. FRP – RINFORZI CON TESSUTI E FIBRE UNIDIREZIONALI

COMANDO: MENU DEFINISCI>SEZIONI...>SEZIONI PER ASTA > RINFORZI

Scegliendo dall'apposito menu a tendina Tipologia di rinforzo la voce "FRP – rinforzi con tessuti a fibre unidirezionali", è possibile applicare questo tipo di rinforzi alla sezione corrente e definirne le caratteristiche.

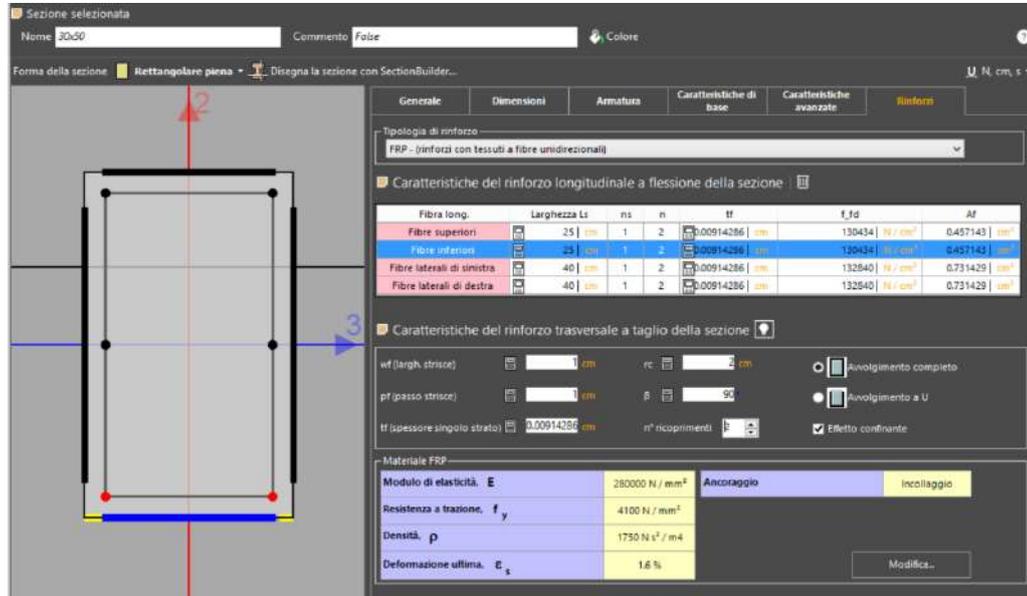


Figura 156. Finestra per la definizione del rinforzo FRP

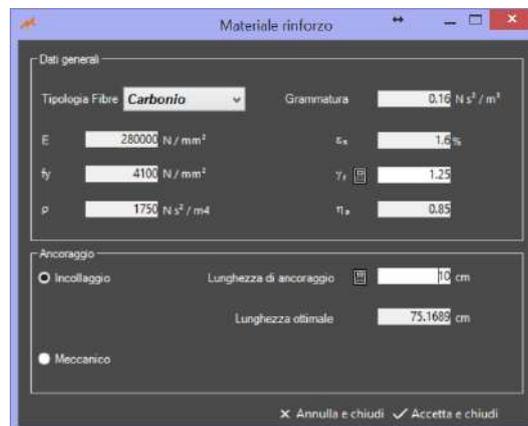


Figura 157. Finestra per la definizione delle caratteristiche meccaniche del rinforzo

I parametri relativi alla caratterizzazione del rinforzo longitudinale a flessione della sezione sono, riportati nella corrispondente tabella e possono essere definiti per le fibre superiori, inferiori e laterali (a sinistra e a destra):

- **Larghezza Ls:** larghezza della striscia di rinforzo.
- **ns:** numero di strisce applicate. Se la larghezza totale del rinforzo ( $L_s \cdot ns$ ) supera la dimensione della sezione trasversale dell'elemento strutturale a cui è applicato, viene segnalato).
- **n:** numero di strati di rinforzo.
- **fd:** resistenza di calcolo del rinforzo.
- **tf:** spessore del rinforzo.
- **Af:** area della sezione trasversale del rinforzo (larghezza · spessore).

I parametri relativi alla caratterizzazione del rinforzo trasversale a taglio sono:

- **wf**: larghezza della striscia di rinforzo.
- **pf**: passo delle strisce, inteso come interasse tra le stesse (se  $pf = wf$ , significa che il rinforzo è disposto in maniera continua sull'elemento strutturale).
- **tf**: spessore del singolo strato di rinforzo.
- **rc**: raggio di curvatura della sezione in calcestruzzo (deve essere non minore di 2 cm e comunque non maggiore di  $0,5 \cdot b$ , essendo  $b$  la larghezza della sezione trasversale della sezione in calcestruzzo).
- **$\beta$** : inclinazione dei rinforzi a taglio, rispetto all'asse longitudinale dell'elemento in calcestruzzo.
- **n° ricoprimenti**: numero di strati di rinforzo.
- **Avvolgimento completo**: se il rinforzo è posto in avvolgimento completo sull'elemento strutturale a cui è applicato.
- **Avvolgimento a "U"**: se il rinforzo è posto ad U sulla sezione dell'elemento strutturale a cui è applicato.
- **Effetto Confinante**: se attivo consente di tenere conto dell'effetto di confinamento del rinforzo sull'elemento strutturale a cui è applicato.

Nella tabella Materiale FRP sono riportate le caratteristiche meccaniche del rinforzo. Per aggiornare i valori, cliccare sull'apposito bottone Modifica, si aprirà una finestra contenente le caratteristiche del materiale:

- **Tipologia**: in funzione della Tipologia scelta (Carbonio, Vetro, Aramidiche), vengono valutati automaticamente e visualizzati nella stessa finestra i corrispondenti parametri di resistenza (Modulo di deformazione normale delle fibre  $E$ , forza ultima del rinforzo  $f_y$ , deformazione a rottura  $\epsilon_u$  e densità  $\rho$ ). Scegliendo invece come tipologia la voce "Personalizzata", sarà possibile attribuire valori personalizzati ai suddetti parametri.
- **Grammatura**: è una caratteristica del tessuto non impregnato e rappresenta la massa del tessuto, rapportata alla superficie di tessuto stesso. Le Norme CNR lo esprimono in  $[g/m^2]$ .
- **E**: modulo di deformazione normale della fibra.
- **$f_y$** : resistenza caratteristica ultima della fibra.
- **$\rho$** : densità della fibra.
- **$\epsilon_s$** : deformazione massima a rottura della fibra.
- **gI**: coefficiente parziale di sicurezza del rinforzo. E' funzione del tipo di rottura del tipo di applicazione della fibra: di Tipo A, per sistemi di rinforzo di cui sono certificati sia i materiali, che il processo di applicazione o di Tipo B, per sistemi di rinforzo di cui sono certificati solo i materiali.
- **$\eta_a$** : fattore di conversione ambientale, che tiene conto dell'esposizione ambientale del rinforzo ed è funzione della condizione di esposizione e del tipo di fibra e resina utilizzate:

Fattore di Conversione Ambientale		
Condizione di Esposizione	Tipo Fibra/Resina	$\eta_a$
Interna	Vetro/Epossidica	0,75
	Aramidica/Epossidica	0,85
	Carbonio/Epossidica	0,95
Esterna	Vetro/Epossidica	0,65
	Aramidica/Epossidica	0,75
	Carbonio/Epossidica	0,85
Ambiente Aggressivo	Vetro/Epossidica	0,50
	Aramidica/Epossidica	0,70
	Carbonio/Epossidica	0,85

- **Ancoraggio:** consente di definire il tipo di collegamento tra il materiale fibro-rinforzato e il supporto e le sue caratteristiche.
- **Incollaggio:** il collegamento tra il materiale fibro-rinforzato e il supporto sarà affidato esclusivamente all'incollaggio.
- **Lunghezza di ancoraggio:** lunghezza di incollaggio tra il materiale fibro-rinforzato e il supporto.
- **Lunghezza ottimale:** lunghezza di incollaggio ottimale, tra il materiale fibro-rinforzato e il supporto, determinata in funzione della tipologia e delle caratteristiche della fibra. Si ricorda che la lunghezza di ancoraggio dovrà essere maggiore o uguale alla lunghezza ottimale di ancoraggio e che la lunghezza di ancoraggio, rapportata alla lunghezza ottimale, consente di valutare la resistenza ultima per delaminazione (fenomeno caratterizzato dalla perdita di aderenza tra il rinforzo e il sottostante supporto), come meglio esplicitato al par. 4.1.6.1 del manuale teorico, al quale si rimanda per maggiori approfondimenti.
- **Meccanico:** consente di affidare il collegamento tra rinforzo e materiale di supporto a sistemi meccanici.

#### 4.3.3.1.7.2. CAM – METODO DELLE CUCITURE ATTIVE

COMANDO: MENU DEFINISCI>SEZIONI...>SEZIONI PER ASTA > RINFORZI

Scegliendo dall'apposito menu a tendina "Tipologia di rinforzo" la voce "CAM – metodo delle Cuciture Attive" è possibile applicare questo tipo di rinforzi alla sezione corrente e definirne le caratteristiche.

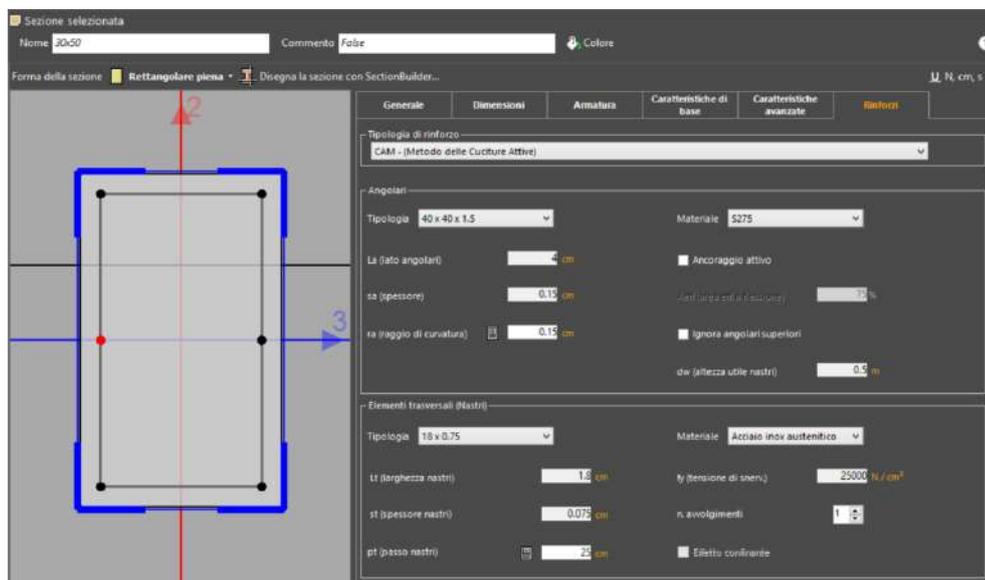


Figura 158. Finestra per la definizione delle caratteristiche del rinforzo con CAM

Nel groupbox in alto sono riportate le caratteristiche degli angolari, mentre in basso quelle degli elementi trasversali (Nastri).

Per quanto riguarda gli **Angolari**, si richiedono i seguenti parametri:

- **Tipologia:** consente di scegliere il codice della sezione di angolare, tra quelli disponibili, il cui codice identificativo riporta le dimensioni del lato degli angolari, e lo spessore. Scegliendo la voce "personalizzata" sarà possibile personalizzare le caratteristiche geometriche degli angolari.
- **La (lato angolari):** dimensione dei lati della sezione trasversale degli angolari.
- **sa (spessore):** spessore della sezione degli angolari.
- **ra (raggio di curvatura):** raggio di curvatura della sezione degli angolari.
- **Materiale:** codice identificativo del materiale che costituisce gli angolari
- **Ancoraggio attivo:** se attivo, considera l'efficace ancoraggio degli angolari alla sezione e consente di tenere conto del contributo degli stessi nella verifica a flessione.
- **Aeff (area efficace a flessione):** consente di personalizzare il contributo a flessione degli angolari (quando questi sono correttamente ancorati alla sezione).
- **Ignora angolari superiori:** se attivo elimina gli angolari posti superiormente e consente di personalizzare la lunghezza dei nastri laterali.
- **dw (altezza utile nastri):** consente di personalizzare l'altezza utile dei nastri, nel caso in cui si trascuri l'effetto degli angolari superiori. Se questo parametro è posto pari all'altezza della sezione, il nastro si considera comunque posto in avvolgimento.

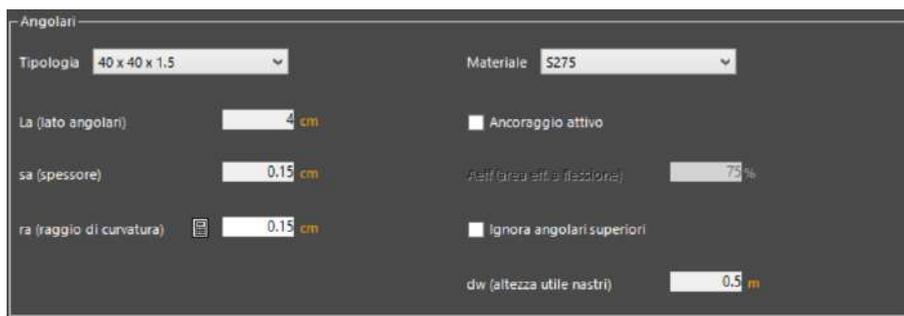


Figura 159. Definizione delle caratteristiche degli Angolari, nel caso di rinforzo con CAM

Per quanto riguarda gli i **Nastri**, si richiedono i seguenti parametri:

- **Tipologia:** consente di scegliere il tipo di nastri, tra quelli disponibili, il cui codice identificativo riporta la larghezza e lo spessore, espressi in mm. Scegliendo la voce "personalizzata" sarà possibile personalizzare le caratteristiche geometriche del nastro.
- **Lt (larghezza nastri):** indica la larghezza dei nastri.
- **st (spessore nastri):** indica lo spessore dei nastri.
- **pt (passo nastri):** indica l'interasse tra i nastri.
- **Materiale:** consente di scegliere il materiale di cui sono costituiti i nastri. Se si sceglie "Personalizzato", l'utente dovrà indicare il valore della tensione max di snervamento.
- **fy:** tensione massima di snervamento del materiale costituente i nastri.
- **n. avvolgimenti:** numero di avvolgimenti dei nastri sulla sezione rinforzata.
- **Effetto confinante:** se attivo consente di tenere conto dell'effetto di confinamento del rinforzo.



Figura 160. Definizione delle caratteristiche dei Nastri trasversali

#### 4.3.3.1.7.3. CALASTRELLATURE

COMANDO: MENU DEFINISCI>SEZIONI...>SEZIONI PER ASTA > RINFORZI

Scegliendo dall'apposito menu a tendina "Tipologia di rinforzo" la voce "Calastrellature – incamicature realizzate con angolari longitudinali e calastrelli trasversali" è possibile applicare questo tipo di rinforzi alla sezione corrente e definirne le caratteristiche.

Nel groupbox in alto sono riportate le caratteristiche degli angolari, mentre in basso quelle degli elementi trasversali (Nastri).

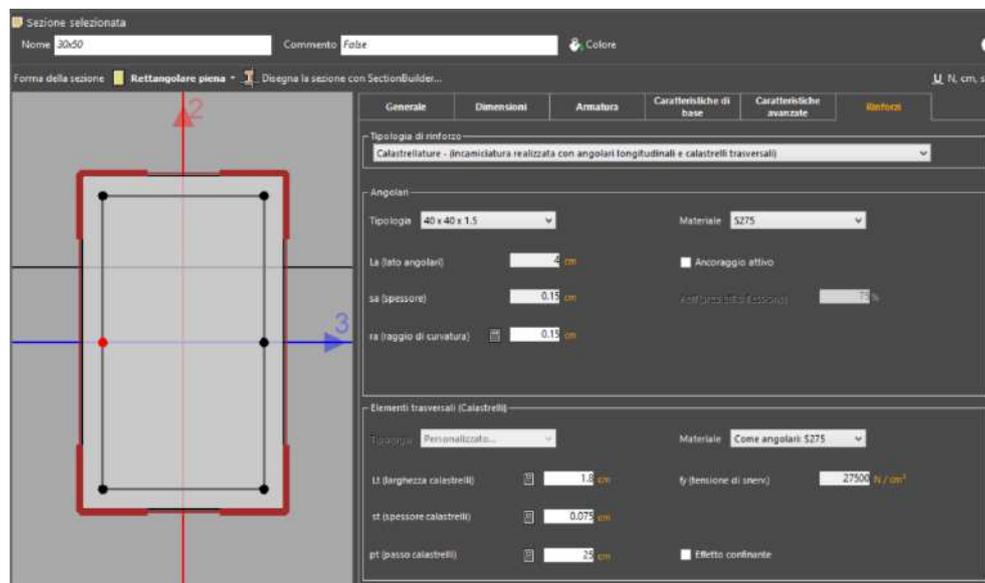


Figura 161. Finestra per la definizione delle caratteristiche del rinforzo con Calastrellature

Per quanto riguarda gli **Angolari**, si richiedono i seguenti parametri:

- **Tipologia:** consente di scegliere il codice della sezione di angolare, tra quelli disponibili, il cui codice identificativo riporta le dimensioni del lato degli angolari, e lo spessore. Scegliendo la voce "personalizzata" sarà possibile personalizzare le caratteristiche geometriche degli angolari.
- **La (lato angolari):** dimensione dei lati della sezione trasversale degli angolari.
- **sa (spessore):** spessore della sezione degli angolari.
- **ra (raggio di curvatura):** raggio di curvatura della sezione degli angolari.
- **Materiale:** codice identificativo del materiale che costituisce gli angolari
- **Ancoraggio attivo:** se attivo, considera l'efficace ancoraggio degli angolari alla sezione e consente di tenere conto del contributo degli stessi nella verifica a flessione.
- **Aeff (area efficace a flessione):** consente di personalizzare il contributo a flessione degli angolari (quando questi sono correttamente ancorati alla sezione).



Figura 162. Definizione delle caratteristiche degli Angolari nel caso di rinforzo con calastrellature

Per quanto riguarda gli i **Calastrelli trasversali**, si richiedono i seguenti parametri:

- **Lt (larghezza calastrelli):** indica la larghezza dei calastrelli.
- **st (spessore calastrelli):** indica lo spessore dei calastrelli.
- **pt (passo calastrelli):** indica l'interasse tra i calastrelli.
- **Materiale:** consente di scegliere il materiale di cui sono costituiti i calastrelli. E' possibile scegliere lo stesso materiale usato per gli angolari o personalizzato. In quest'ultimo caso l'utente dovrà indicare il valore della tensione max di snervamento del materiale.
- **fy:** tensione massima di snervamento dei calastrelli.
- **Effetto confinante:** se attivo consente di tenere conto dell'effetto di confinamento del rinforzo.



Figura 163. Definizione delle caratteristiche dei Calastrelli trasversali

#### 4.3.3.2. SEZIONI PER SOLAIO

COMANDO: MENU **DEFINISCI**>SEZIONI...>SEZIONI PER SOLAIO

I solai sono degli elementi bidimensionali di forma poligonale (o rettangolari come caso particolare) con comportamento rigido (solai rigidi), ovvero con comportamento membranale (solai deformabili): nel primo caso il solaio viene assimilato ad un diaframma rigido; nel secondo caso il solaio viene modellato come una lastra equivalente con legame costitutivo ortotropo (cfr. § 4.3.5.4). Per maggiori approfondimenti consultare il manuale teorico.

Con riferimento alle proprietà della sezione selezionata, nella parte della finestra posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. § 4.3), è possibile visualizzare e modificare le seguenti proprietà:

- **Unità di misura:** tramite questo menu a tendina, è possibile impostare le unità di misura, in base alle quali verranno visualizzati i dati dimensionali.
- **Tipologia solaio:** elenca i tipi di solai definibili: solaio in latero cemento, in soletta piena, in tavolato di legno, in tavolato di legno e soletta, in putrelle e tavelloni, in putrelle e voltine, personalizzato.

Inoltre sono visualizzabili le caratteristiche meccaniche associate al modello di solaio deformabile: tali caratteristiche sono modificabili selezionando la tipologia di solaio "personalizzata".

- $E_x$** : modulo di elasticità normale nella direzione locale del solaio individuata dall'asse 1;
- $E_y$** : modulo di elasticità normale nella direzione locale del solaio individuata dall'asse 2;
- $G$** : modulo di elasticità tangenziale;
- $\nu_x$ : coefficiente di Poisson nella direzione locale del solaio individuata dall'asse 1;
- $\nu_y$ : coefficiente di Poisson nella direzione locale del solaio individuata dall'asse 2;
- $s_{eq}$** : spessore della lastra equivalente al solaio.

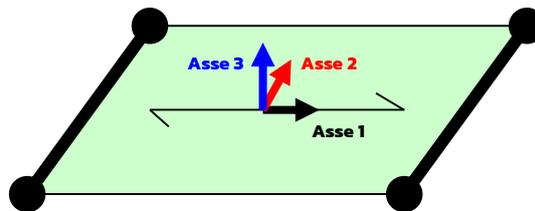


Figura 164. Sistema di riferimento locale del solaio rettangolare.  
L'asse 1 è individuato dalla direzione dell'orditura del solaio,  
la direzione dell'asse 2 è ortogonale all'asse 1.

#### 4.3.3.2.1. SOLAIO IN LATERO CEMENTO

Per la tipologia di solaio in latero cemento, i parametri richiesti sono:

Sezioni per solaio

Sezione selezionata: Nome FloorSection1, Commento Floor's section, Colore

Specificare il tipo di sezione del solaio selezionando una delle seguenti schede:

Unità di misura: Secondo Normativa

Latero-cemento | Soletta piena | Travolato in legno | Travolato in legno e soletta | Puntelle e tavoloni | Puntelle e voltine | Personalizzato

Parametro	Valore
$h_c$	cm
$l_t$	cm
$h_k$	20 cm
$l_v$	33 cm
Peso pignatta	0.8 kN / m <sup>2</sup>

Materiale Calcestruzzo: Concrete1

Parametri della lastra ortotropa equivalente al solaio:

Parametro	Valore	Parametro	Valore
$E_x$	60581.1 N / mm <sup>2</sup>	$\nu$	0.2
$E_y$	27386 N / mm <sup>2</sup>	$s_{eq}$	cm
$G$	11410.6 N / mm <sup>2</sup>	$w$	2.7691 kN / m <sup>2</sup>

Normativa corrente: Ministerial Decree of 14 January 2008 Technical standards for constructions (NTC2008)

X Annulla e chiudi ✓ Accetta e chiudi

Figura 165. Solaio in latero cemento.

- Materiale del calcestruzzo**: selezionare il materiale che definisce il legame costitutivo del calcestruzzo.
- $h_c$** : altezza del solaio.
- $h_k$** : altezza della caldana.
- $l_t$** : larghezza del travetto.
- $l_v$** : interasse dei travetti.
- Peso pignatta**: peso delle pignatte per unità di superficie di solaio

#### 4.3.3.2.2. SOLAIO IN SOLETTA PIENA

Per la tipologia di solaio in soletta piena, i parametri richiesti sono:

- **Materiale soletta:** selezionare il materiale che definisce il legame costitutivo della soletta.
- **$h_s$ :** altezza del solaio.

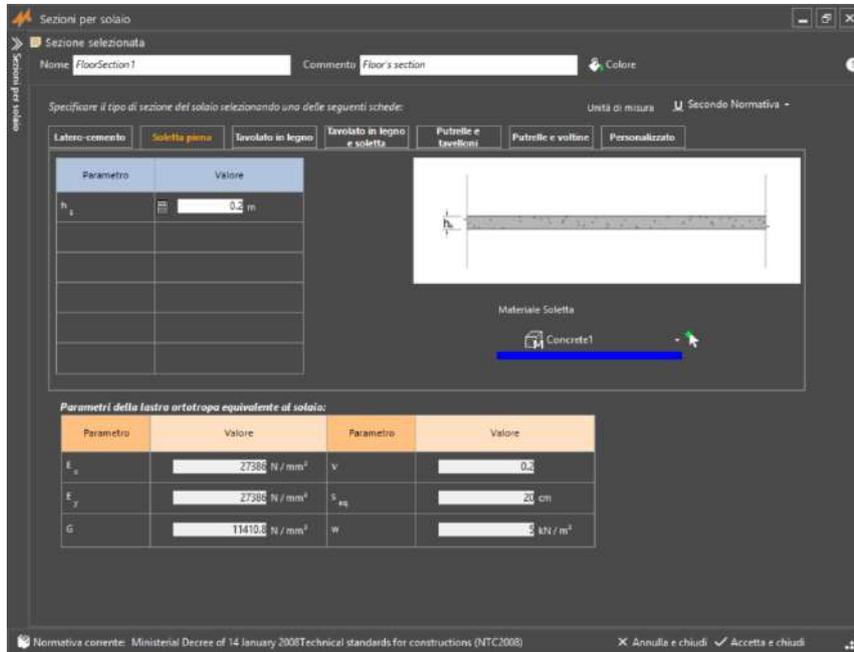


Figura 166 Solaio pieno

#### 4.3.3.2.3. SOLAIO IN TAVOLATO DI LEGNO

Per la tipologia di solaio in tavolato di legno, i parametri richiesti sono:

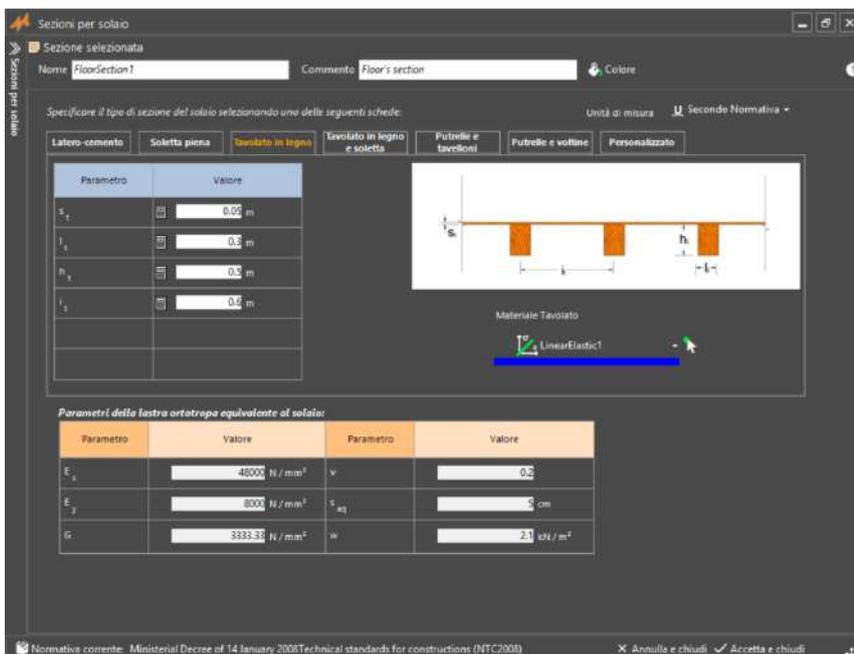


Figura 167. Solaio in tavolato di legno.

- Materiale tavolato:** selezionare il materiale che definisce il legame costitutivo del legno.
- s:** spessore del tavolato.
- h:** altezza del travetto.
- l:** larghezza del travetto.
- i:** interasse dei travetti.

#### 4.3.3.2.4. SOLAIO IN TAVOLATO DI LEGNO E SOLETTA

Per la tipologia di solaio in tavolato di legno e soletta, i parametri richiesti sono:

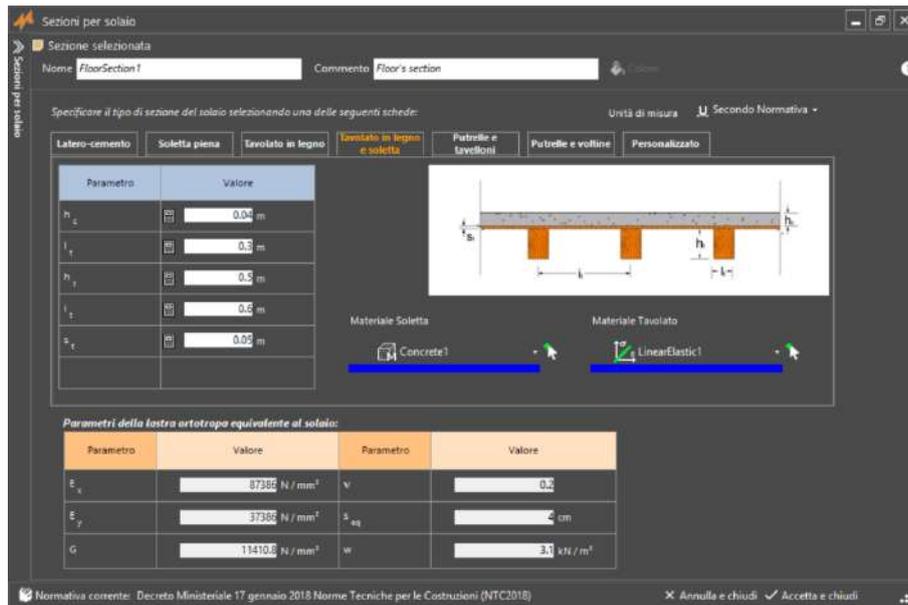


Figura 168. Solaio in tavolato di legno e soletta.

- Materiale soletta:** selezionare il materiale che definisce il legame costitutivo della soletta.
- Materiale tavolato:** selezionare il materiale che definisce il legame costitutivo del legno.
- h:** altezza della caldana.
- i:** interasse dei travetti.
- h:** altezza del travetto.
- l:** larghezza del travetto.
- s:** spessore del tavolato.

#### 4.3.3.2.5. SOLAIO IN PUTRELLE E TAVELLONI

Nel caso in cui sia stata selezionata la tipologia di solaio in putrelle e tavelloni, i parametri richiesti sono:

- Materiale soletta:** selezionare il materiale che definisce il legame costitutivo della soletta.
- Sezione putrelle:** selezionare la sezione che definisce il profilo delle putrelle.
- h:** altezza della soletta.
- i:** interasse dei travetti.
- Peso tavelloni:** peso dei tavelloni per unità di superficie del solaio.

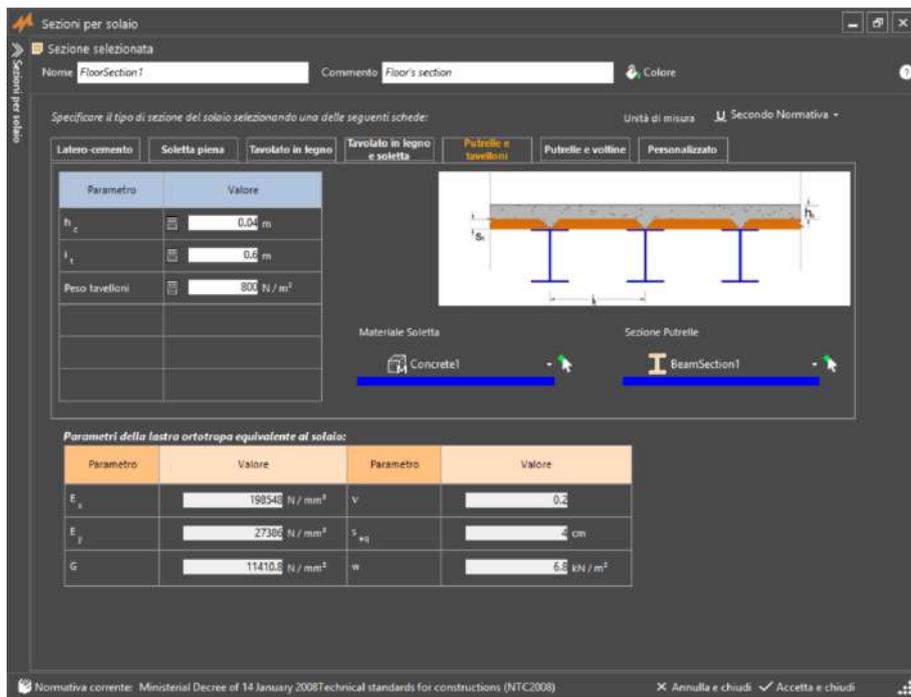


Figura 169. Solaio in putrelle e travelloni.

#### 4.3.3.2.6. SOLAIO IN PUTRELLE E VOLTINE

Nel caso in cui sia stata selezionata la tipologia di solaio in putrelle e voltine, i parametri richiesti sono:

- Materiale soletta:** selezionare il materiale che definisce il legame costitutivo della soletta.
- Sezione putrelle:** selezionare la sezione che definisce il profilo delle putrelle.
- $s_c$ :** altezza della caldana.
- $i_t$ :** interasse dei travetti.
- Peso archi:** peso degli elementi degli archi (mattoni) per unità di superficie del solaio.

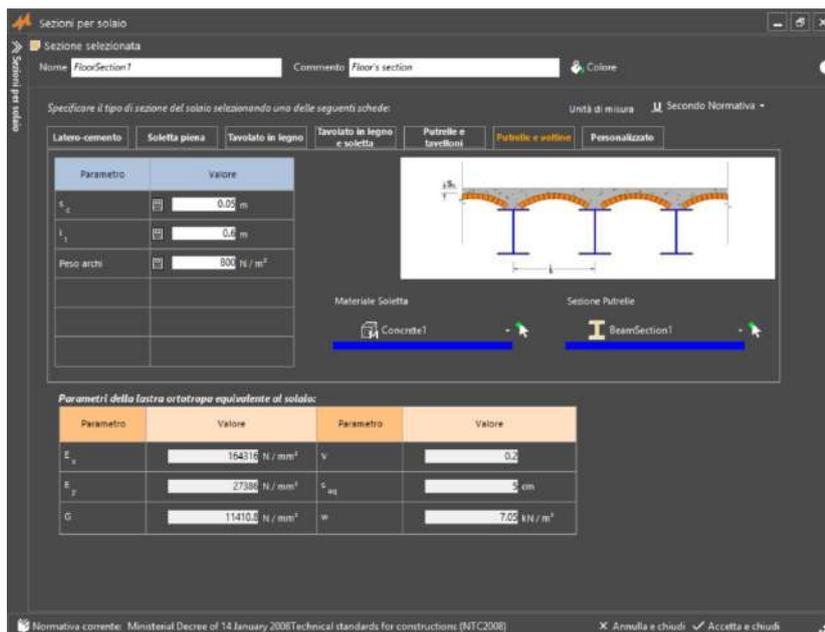


Figura 170. Solaio in putrelle e voltine.



### ATTENZIONE

---

*Il programma non definisce in maniera automatica la variazione di sezione determinata dal profilo arcuato dell'intradosso.*

*Si demanda all'utente la scelta dello spessore significativo della caldana o l'eventuale compensazione del carico dovuto alla variabilità della sezione.*

---



### APPROFONDIMENTO

---

*Non è attualmente possibile effettuare una modellazione di dettaglio delle volte, né tenere in conto il loro comportamento non lineare nella valutazione del comportamento globale della struttura. A tal proposito è in fase di sviluppo un modulo dedicato.*

*Tuttavia è possibile considerare l'effetto diaframma dato dalla presenza di una volta, nella valutazione del comportamento globale della struttura, mediante l'inserimento di solai elastici a comportamento ortotropo con proprietà equivalenti a quelle della volta che si vuole modellare. Inoltre, nella valutazione delle verifiche a ribaltamento l'effetto di una volta può essere tenuto in conto inserendo esplicitamente le spinte trasmesse dalla volta stessa alla parete su cui scarica.*

---

## 4.3.3.2.7. SOLAIO PERSONALIZZATO

Nel caso in cui sia stata selezionata la tipologia di solaio personalizzato, è possibile inserire direttamente i parametri che caratterizzano il legame costitutivo ortotropo dell'elemento solaio (cfr. Figura 164). Tale legame costitutivo sarà utilizzato qualora il solaio abbia un comportamento deformabile (cfr. § 4.3.5.4, elemento tipo solaio):

- Ex**: modulo di elasticità normale nella direzione 1 del solaio.
- Ey**: modulo di elasticità normale nella direzione 2 del solaio.
- G**: modulo di elasticità tangenziale del solaio.
- vx**: coefficiente di poisson nella direzione 1 del solaio.
- vy**: coefficiente di poisson nella direzione 2 del solaio.
- w**: peso per unità di superficie del solaio.

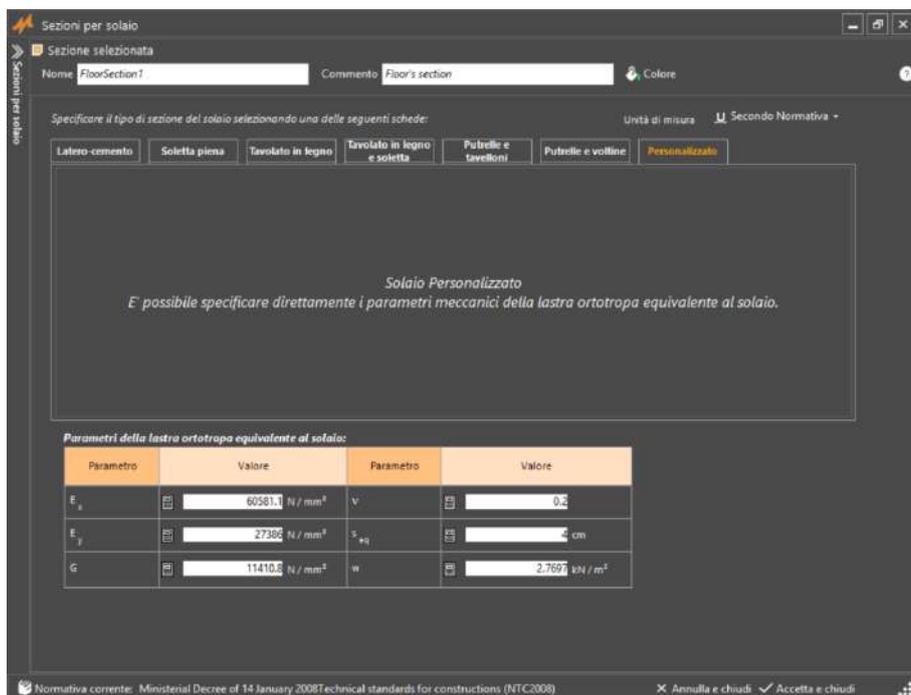


Figura 171. Solaio personalizzato.

## 4.3.4. DEFINISCI RINFORZI

## 4.3.4.1. NASTRI CAM

COMANDO: MENU DEFINISCI>RINFORZI>RINFORZI CAM

Questa finestra, sviluppata in collaborazione con la EDIL CAM sistemi S.r.l. (sito web <http://www.edilcam.com>), permette la definizione dei parametri di un rinforzo di tipo CAM (cfr. <http://www.edilcam.com/Enter/RACCOLTA%20HTML/realizzazioni.html>). In particolare può essere prevista la disposizione di nastri orizzontali, verticali e diagonali.

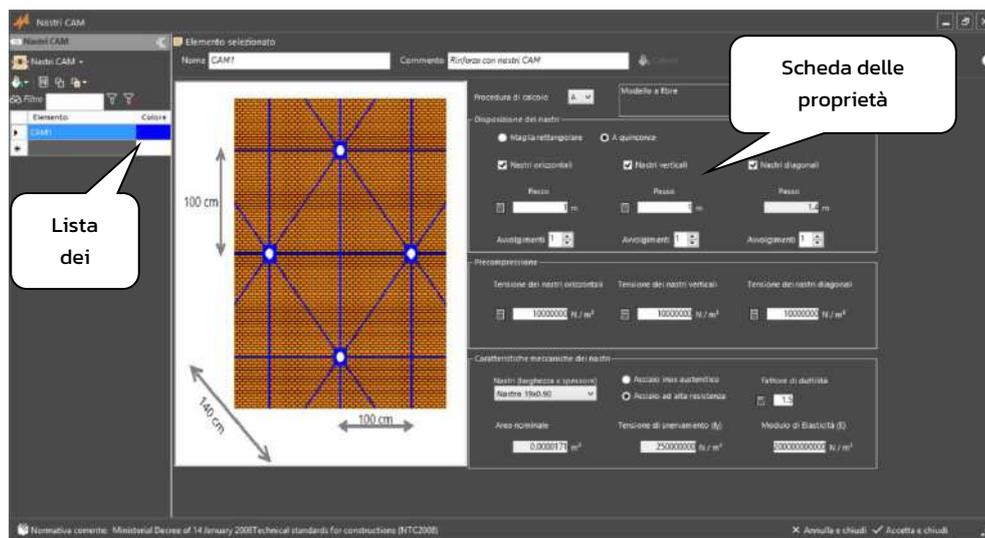


Figura 172. Finestra per la definizione del rinforzo di tipo CAM.

Come già specificato nella parte generale del paragrafo 4.3, la finestra definisci nastri CAM si compone di due sezioni, in cui vengono riportati: a sinistra la lista dei rinforzi definiti e a destra le proprietà di ciascun rinforzo selezionato dalla lista. In basso è visualizzata la normativa adottata e a destra i bottoni "Annulla e chiudi" (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e "Accetta e chiudi" (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

La scheda proprietà del rinforzo selezionato, posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr par. 4.3), permette la modifica dei seguenti parametri:

- **Procedura di calcolo:** è possibile scegliere il tipo di procedura da adottare per il calcolo dei rinforzi CAM. La procedura di calcolo A considera un incremento di resistenza a trazione della muratura, equivalente alla quantità di nastri disposti e in accordo a un modello a fibre vengono opportunamente modificate le procedure di taratura. La procedura B assimila la muratura rinforzata ad una muratura armata.
- **Disposizione dei nastri:** è possibile selezionare il tipo di disposizione a maglia rettangolare oppure a quinconce.
- **Nastri orizzontali/verticali/diagonali:** è possibile selezionare il tipo di orditura dei nastri CAM nonché il relativo passo (distanza tra i nastri disposti nelle varie direzioni – orizzontali, verticali, diagonali) ed avvolgimento (numero di strati di rinforzo).
- **Precompressione:** è possibile indicare l'eventuale pretensione dei nastri CAM disposti in ciascuna direzione.
- **Caratteristiche meccaniche dei nastri:** è possibile indicare il tipo (acciaio inox austenitico, o acciaio ad alta resistenza) e la sezione dei nastri da adottare.

## 4.3.4.2. MATERIALI COMPOSITI: TESSUTI E NASTRI IN FRP

COMANDO: MENU DEFINISCI>RINFORZI>MATERIALI COMPOSITI

I rinforzi in FRP sono materiali composti costituiti da due fasi distinte: una matrice polimerica di natura organica e da fibre di rinforzo.

Le fibre più utilizzate nella produzione dei materiali compositi sono:

- fibre di vetro (GFRP);
- fibre di carbonio (CFRP);
- fibre aramidiche (AFRP);
- fibre d'acciaio (SFRP);
- fibre personalizzate.

Per maggiori approfondimenti sull'utilizzo dei compositi fibrorinforzati, si rimanda al corrispondente paragrafo del manuale teorico (cfr. par. 4.1.6).

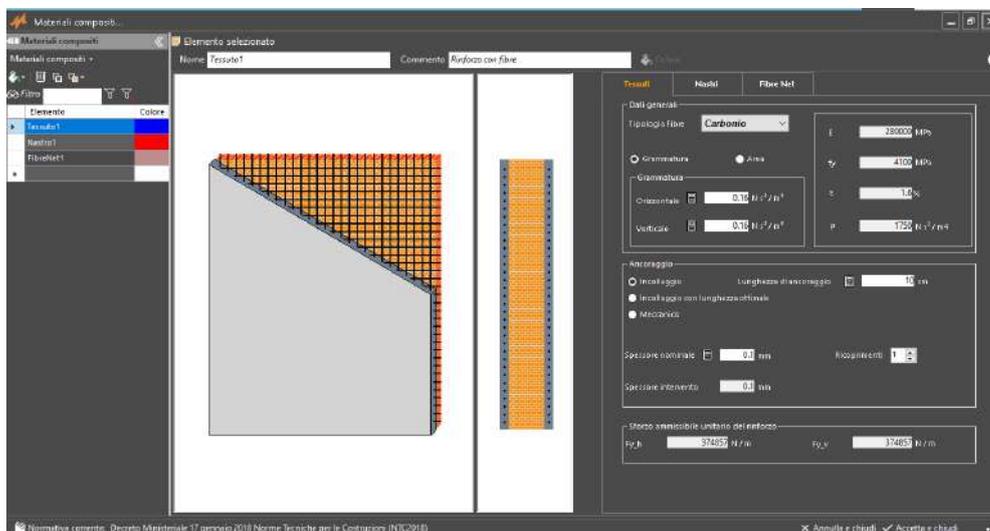


Figura 173. Finestra per la definizione del rinforzo FRP in tessuti.

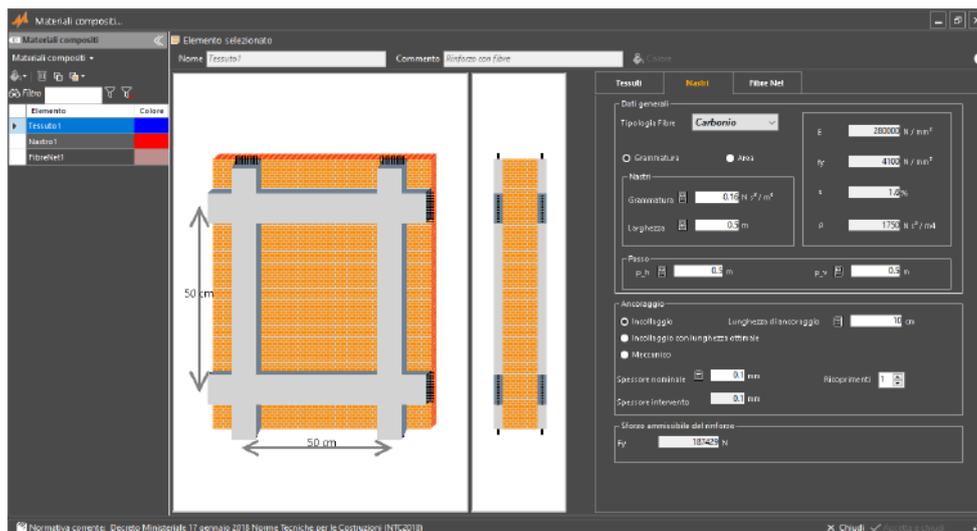


Figura 174. Finestra per la definizione del rinforzo FRP in nastri

Come già specificato nella parte generale del paragrafo 4.3, questa finestra si compone di due sezioni, in cui vengono riportati: a sinistra la lista dei materiali definiti e a destra le proprietà di ciascun materiale selezionato dalla lista.

In basso è visualizzata la normativa adottata e a destra i bottoni "Annulla e chiudi" (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e "Accetta e chiudi" (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

Nella parte sottostante è possibile definire le caratteristiche tecniche dei rinforzi in fibre, scegliendo tra due possibili soluzioni di intervento, realizzabili tramite l'applicazione di tessuti bi-dimensionali (Tessuti) oppure di nastri monodimensionali disposti a passi regolari (Nastri). Per scegliere l'una o l'altra modalità di applicazione dei rinforzi, basta selezionare la scheda corrispondente. Il rinforzo realizzato con intonaco armato non è ancora disponibile, per l'attuale versione del programma.

Sia che si scelga di applicare il rinforzo in **tessuti** o in **nastri**, i dati richiesti sono i seguenti:

- **Tipologia Fibre:** è possibile scegliere tra fibre di Carbonio, Vetro, Aramidiche, e Acciaio, per i quali saranno valutati automaticamente e visualizzati nella groupbox a fianco i corrispondenti parametri di resistenza (Modulo di deformazione normale delle fibre  $E$ , forza ultima del rinforzo  $f_y$ , deformazione a rottura  $\epsilon_u$  e densità  $\rho$ ). Se si sceglie come tipologia la voce "Personalizzata", sarà possibile attribuire valori personalizzati ai suddetti parametri.
- **Grammatura:** è una caratteristica del tessuto non impregnato e rappresenta la massa del tessuto, rapportata alla superficie di tessuto stesso. Le Norme CNR lo esprimono in  $[g/m^2]$ . Nel caso di Tessuti, viene richiesta la grammatura per ciascuna delle due direzioni di orditura orizzontale e verticale, mentre per i Nastri viene richiesto un valore unico.
- **Area:** nel caso di rinforzi in Tessuti, rappresenta l'Area di rinforzo, disposta nella direzione principale, orizzontale e verticale ( $A_h$  e  $A_v$ ), riferito all'unità di larghezza del tessuto; nel caso di rinforzi in Nastri, è l'area di rinforzo nella direzione di applicazione dello stesso ( $A$ ) ed è riferito alla larghezza del nastro. Si usa riferire l'area resistente del tessuto allo spessore di una lastra equivalente costituita da sole fibre. Tale spessore (coincidente con lo spessore nominale del rinforzo) può essere ottenuto tramite la relazione  $Ar / 1000$ , essendo  $Ar$  l'area resistente espressa in  $mm$ .
- **Larghezza** (nel caso di Nastri e solo in coincidenza della scelta dell'opzione Grammatura): larghezza dei nastri. Si considera la stessa larghezza sia per i nastri verticali che orizzontali.
- **Passo** (nel caso di Nastri): passo dei nastri orizzontali e verticali ( $p_h$  e  $p_v$ ).
- **Ancoraggio:** esprime il tipo di collegamento tra il materiale fibro-rinforzato e il supporto. Se si sceglie la voce "Incollaggio" o "Incollaggio ottimale", tale collegamento sarà affidato esclusivamente all'incollaggio, che sarà realizzato con una lunghezza definita dall'utente (nel primo caso) o con una lunghezza ottimale, determinata da 3DMacro. È possibile altresì affidare il collegamento tra rinforzo e materiale di supporto a sistemi meccanici, selezionando il tipo di ancoraggio corrispondente. Si fa notare come nella disposizione dell'area di rinforzo, la resistenza ultima alla delaminazione, valore determinato dalle scelte di Ancoraggio qui descritte, è garantita lungo tutto il perimetro. L'utente non deve quindi disporre un incremento di area di rinforzo proporzionale alle lunghezze di ancoraggio.
- **Lunghezza di ancoraggio:** rappresenta la lunghezza di incollaggio del rinforzo al supporto e rappresenta un dato essenziale per la valutazione della resistenza ultima per delaminazione del rinforzo. Se si sceglie ancoraggio con "Incollaggio" è l'utente a definire la lunghezza di incollaggio, che si ricorda dovrà essere comunque maggiore o uguale alla lunghezza ottimale di ancoraggio. Se si sceglie "Incollaggio con lunghezza ottimale", questa viene valutata automaticamente, come prescritto dalle Norme CNR. Si ricorda che la lunghezza di ancoraggio, rapportata alla lunghezza ottimale, consente di valutare la resistenza ultima per delaminazione (fenomeno caratterizzato dalla perdita di aderenza

tra il rinforzo e il sottostante supporto), come meglio esplicitato al par. 4.1.6.1 del manuale teorico, al quale si rimanda per maggiori approfondimenti.

- **Spessore nominale:** spessore del tessuto secco (o del nastro), a meno della resina (che funge da incollaggio e da matrice).
- **Ricoprimenti:** numero di strati di rinforzo. Questi sono sempre disposti simmetricamente sul pannello oggetto di intervento. Il valore inserito è quindi indice del numero di ricoprimenti per singola faccia di pannello.
- **Spessore intervento:** spessore totale del rinforzo, dato dallo spessore nominale del rinforzo, per il numero di ricoprimenti.
- **Sforzo ammissibile unitario del rinforzo:** resistenza massima del tessuto per unità di lunghezza. Se si sceglie come tipo di ancoraggio "Incollaggio" o "Incollaggio con lunghezza ottimale", allora  $F_{y\_h}$  e  $F_{y\_v}$  rappresentano (per ciascuna direzione) la forza di rottura del tessuto, per unità di lunghezza (non considerando la delaminazione). Se invece si sceglie di utilizzare un ancoraggio "Meccanico", allora  $F_{y\_h}$  e  $F_{y\_v}$  rappresentano (per ciascuna direzione) la forza ammissibile del rinforzo, con riferimento alla rottura del tessuto e del meccanismo di ancoraggio. Tale valore, introdotto dall'utente, non dovrà essere superiore alla resistenza del tessuto.

#### 4.3.4.3. MURATURE ARMATE

COMANDO: MENU DEFINISCI>RINFORZI>MURATURE ARMATE

E' possibile caratterizzare, in maniera specifica, la tipologia muratura armata, mediante l'input delle sue caratteristiche meccaniche.

Questa funzionalità non era disponibile nella precedente versione. La definizione delle proprietà meccaniche della muratura armata in 3DMacro 4 viene effettuata mediante un pannello di Definizione dei rinforzi, come di seguito descritto.

Dal Menu Definisci selezionare la voce Rinforzi > Tessuti in fibre, Muratura armata, FibreNet...

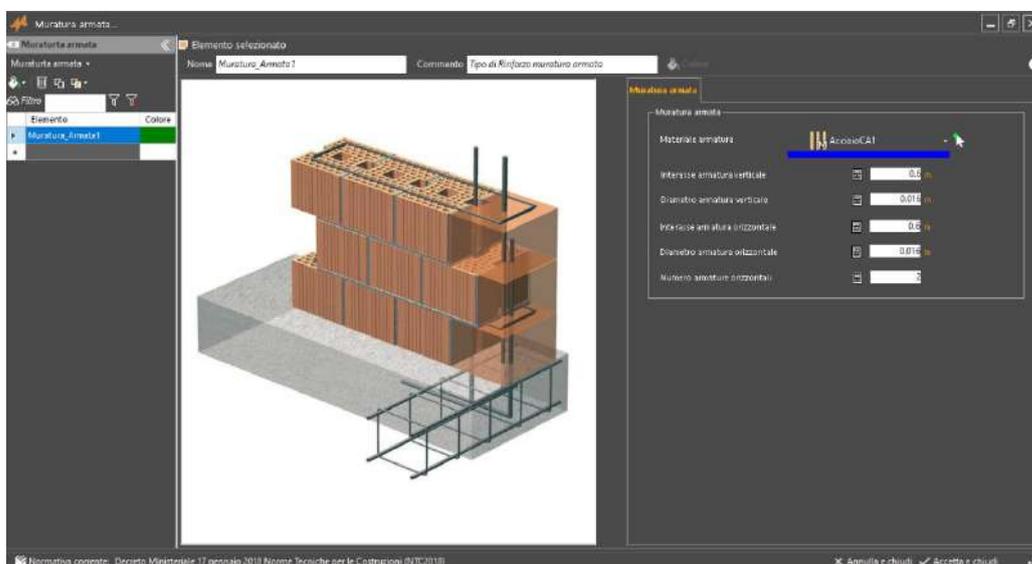


Figura 175. Finestra per la definizione della muratura armata

Portarsi sulla scheda corrispondente alla Tipologia di rinforzo "Muratura armata", e definirne le caratteristiche meccaniche.

- **Materiale armatura:** selezionare il tipo materiale armatura, tra quelli precedentemente definiti;

- **Interasse armatura verticale/orizzontale:** distanza tra le armature disposte verticalmente e orizzontalmente. In verticale è possibile inserire una sola fila di armature.
- **Diametro armatura verticale/orizzontale**
- **Numero armature orizzontali:** numero di file di armature disposte orizzontalmente.

#### 4.3.4.4. SISTEMI DI RINFORZO FIBRE NET

COMANDO: MENU DEFINISCI>RINFORZI>FIBRE NET

In questa finestra, sviluppata in collaborazione con Fibre NET s.r.l. (sito web <http://www.fibrenet.it/>), sono implementati i sistemi di rinforzo di tipo FibreNet per i pannelli in muratura, basati sull'utilizzo di reti in fibra di vetro GFRP e malte di calce. Scegliendo nella parte a destra della finestra la scheda corrispondente alla Tipologia di rinforzo "FibreNet", è possibile definirne le caratteristiche.

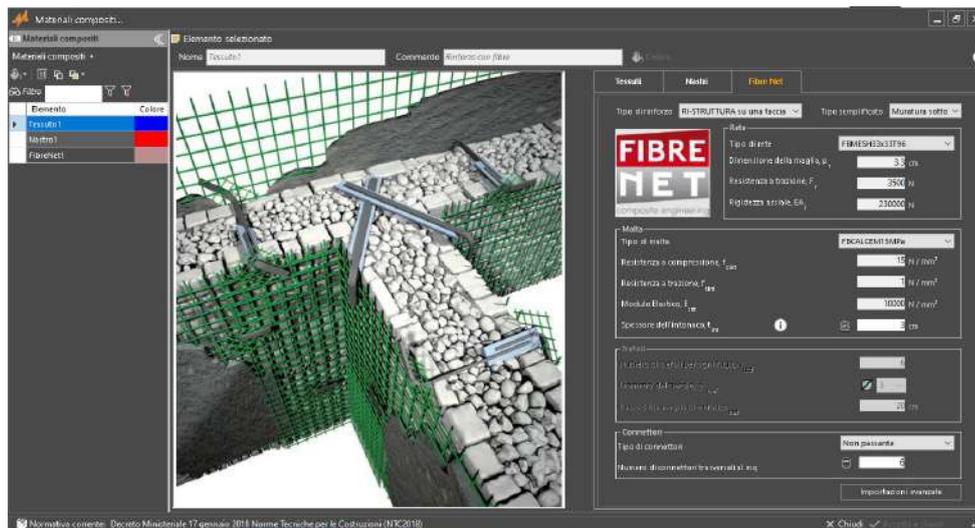


Figura 176. Finestra per la definizione del rinforzo FibreNet

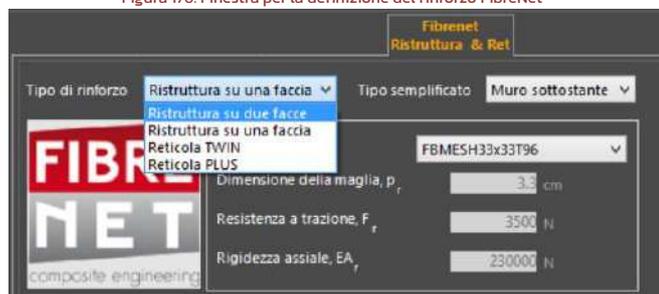


Figura 177. Selezione il tipo di rinforzo

Innanzitutto è necessario selezionare il **Sistema di Rinforzo** che si desidera attuare.

**Tipologia di rinforzo:** selezionare la tipologia corrispondente al sistema di rinforzo con FibreNet che si vuole definire.

- **RI-STRUTTURA su due facce**
- **RI-STRUTTURA su una faccia**
- **RETICOLA TWIN**
- **RETICOLA PLUS**

Se si sceglie il tipo "RI-STRUTTURA" (su entrambe le facce del paramento murario o su una sola), sarà necessario definire le caratteristiche di Rete, Malta e Connettori, caratterizzando detti elementi, attraverso i parametri riportati nei rispettivi Group Box.

Se invece si sceglie il tipo **"RETICOLA TWIN"**, sarà necessario definire le caratteristiche di Trefoli e Connettori.

Nel caso infine di **"RETICOLA PLUS"**, che prevede i due sistemi in accoppiamento (**FIBRE BUILD-RETICOLA** con **RI-STRUTTURA**) dovranno essere caratterizzati tutti gli elementi che servono a definire il sistema di rinforzo (Rete, Malta, Trefoli e Connettori).

**Tipo semplificato:** selezionare il tipo di supporto sul quale il rinforzo è applicato. E' possibile scegliere il tipo di materiale, tra quelli proposti nella "classificazione semplificata" riportata nel menu a tendina, o ereditare le caratteristiche del materiale sottostante.

La classificazione semplificata di seguito riportata è stata creata dai produttori dei sistemi di rinforzo Fibre Net e fa corrispondere, a ciascuna tipologia, una o più tipologie murarie, così come definite dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008 o NTC2018):

- **Pietra:** Muratura in pietre a spacco di buona tessitura; Muratura a conci di pietre tenere (tufo, calcarenite, ecc.);
- **Mattoni:** Muratura a blocchi lapidei squadrati; Muratura in mattoni pieni e malta di calce; Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (percentuale foratura <45%); Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (percentuale foratura tra 45% e 65%); Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura <45%);
- **Sacco:** Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno;
- **Ciottoli:** Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari);
- **Muro sottostante:** eredita le caratteristiche del muro a cui viene applicato il rinforzo. E' preferibile selezionare questa tipologia nei casi in cui il materiale muratura (che farà da supporto all'intervento) è stato definito in modalità "avanzata", assegnando direttamente i parametri meccanici e non richiamando una delle tipologie predefinite da normative (cfr. Manuale Utente 3DMacro® Definisci > Materiale > Materiale Muratura, Modifica in modalità avanzata).
- **Rete:** nel groupbox Rete vengono definiti i seguenti parametri.



Figura 178. Caratteristiche Rete

- **Tipo di rete:** selezionare una tra le tipologie predefinite, riportate nel menu a comparsa. La rete utilizzata per questo tipo di rinforzi è di tipo preformata in materiale composito fibrorinforzato G.F.R.P. (Glass Fiber reinforced Polymer) "FBMESH". Ciascuna tipologia è caratterizzata da un codice predefinito, a cui corrisponde una serie ben determinata di caratteristiche geometriche e meccaniche, che vengono riportate nelle celle corrispondenti (queste ultime non sono editabili).

Figura 179. Seleziona tipo di Rete

Nella tabella seguente si riportano le **caratteristiche geometriche e meccaniche dei diversi tipi di rete**:

Tabella 1

Tipo di rete	passo	Resistenza [kN]	Rigidezza [kN]
FBMESH 33x33T96	33	4,145	250
FBMESH 66x66T96	66	3,5	230
FBMESH 99x99T96	99	3,5	230
FBMESH 66x66T192	66	5,7	540
FBMESH 99x99T192	99	5,7	540

Selezionando invece la voce "Custom" (Personalizzata), le caratteristiche della rete saranno editabili:

- **Dimensione della maglia, p.:** dimensione del lato della maglia (quadrata);
- **Resistenza a trazione, F.:** resistenza media a trazione della rete;
- **Rigidezza assiale, EA.:** rigidezza assiale della rete.

**Malta da intonaco:** nel groupbox Malta vengono definiti i seguenti parametri.

Figura 180. Caratteristiche Malta da Intonaco

- **Tipo di malta:** selezionare una tra le tipologie predefinite, riportate nel menu a comparsa. La malta utilizzata per questo sistema di intervento è di tipo premiscelata ecocompatibile, a base di calce idraulica naturale bianca NHL3,5, traspirante, fibrorinforzata, per la regolarizzazione e l'intonacatura di supporti murari in pietra e laterizio, per uso interno ed esterno, ad elevata lavorabilità e traspirabilità. Ciascuna tipologia è caratterizzata da un codice predefinito, a cui corrisponde una serie ben determinata di caratteristiche meccaniche, che vengono riportate nelle celle corrispondenti (queste ultime non sono editabili).

Figura 181. Selezione Tipo di Malta da Intonaco

Nella tabella seguente si riportano le **caratteristiche meccaniche dei diversi tipi di malta**:

Tabella 2

Tipo	Resistenza a compressione	Resistenza a trazione	Modulo elastico
FB NHL 5 MPa	5,0	0,5	7000
FB NHL 10 MPa	10,0	1,0	8000
FB NHL 15 MPa	15,0	1,0	10000
FB CALCEM 10 MPa	10,0	1,0	8000
FB CALCEM 15 MPa	15,0	1,0	10000
FB CALCEM 20 MPa	20,0	1,0	15000

Selezionando invece la voce "Custom" (Personalizzata), le caratteristiche saranno editabili:

- **Resistenza a compressione,  $f_{cint}$** : resistenza alla compressione dell'intonaco a 28 giorni;
- **Resistenza a trazione,  $f_{tint}$** : resistenza alla trazione dell'intonaco a 28 giorni. Per le malte di tipo FibreNet (quelle riportate nell'elenco predefinito) è assunta pari a 1/10 della resistenza a compressione e comunque non superiore ad 1 MPa (v. Tabella 7);
- **Modulo Elastico,  $E_{int}$** : modulo elastico a compressione dell'intonaco (< 10 GPa).

Inoltre occorre caratterizzare l'intervento, definendo lo **Spessore dell'intonaco,  $t_{int}$** . La casa produttrice FibreNet suggerisce spessori non inferiori a 2 cm e non superiori a 5 cm. Si consiglia di adottare uno spessore medio pari a 3 cm.

**Trefoli in acciaio inox**: se si sceglie il Sistema di rinforzo FibreBuild RETICOLA, mediante applicazione di armature (trefoli) sottofuga, nel groupbox Trefoli vanno definiti i seguenti parametri.

Figura 182. Caratteristiche dei Trefoli

- **Numero di trefoli per ogni fuga,  $n_{tref}$**
- **Diametro del trefolo,  $\phi_{tref}$** . Il sistema di rinforzo Fibrebuild Reticola prevede diametri dei trefoli da 3 mm e da 5 mm. In funzione del diametro, sarà associata automaticamente una resistenza a trazione caratteristica e un modulo elastico medio, come riportato nella tabella seguente, estratta dalla scheda tecnica.
- **Passo della maglia di trefoli,  $p_{tref}$**

<b>TREFOLO IN ACCIAIO INOX FBRT</b>		
Trefolo in acciaio inox AISI 316 a 49 fili.		
Caratteristiche	$\phi$ 3 mm	$\phi$ 5 mm
Area del trefolo	4,19 mm <sup>2</sup>	11,64 mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione caratteristica	1416 MPa	1447 MPa
Modulo elastico a trazione medio	81,5 GPa	115,9 GPa

Figura 183. Caratteristiche dei Trefoli da Scheda Tecnica "FibreBuild Reticola"

**Connettori trasversali in acciaio inox**: fungono da collegamento dei trefoli alla muratura, se si sceglie il Sistema di rinforzo FibreBuild RETICOLA, o semplicemente da connessione tra le due face dei rinforzo bisogna predisporre dei Nel groupbox Connettori vanno definiti i seguenti parametri.



Figura 184. Caratteristiche dei Connettori

- **Tipo di connettori:** è possibile scegliere tra "Non Passante" o "Passante"
- **Numero di connettori trasversali al mq**

**Impostazioni avanzate:** Tramite questa finestra l'utente può impostare i massimi incrementi di resistenza e la duttilità disponibile da considerare per la muratura rinforzata.

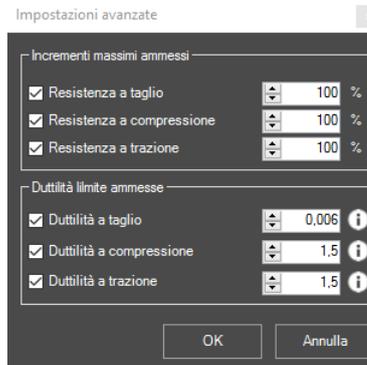


Figura 185. Impostazioni avanzate

#### Incrementi di resistenza massimi ammessi:

Permette all'utente di impostare l'incremento massimo di resistenza conseguibile a seguito dell'applicazione dell'intervento per ciascun comportamento della muratura:

- **Resistenza a taglio [%]:** massimo incremento di resistenza a taglio per fessurazione diagonale del pannello rinforzato.
- **Resistenza a compressione [%]:** massimo incremento di resistenza a compressione della muratura a seguito dell'intervento.
- **Resistenza a trazione [%]:** massimo incremento di resistenza a trazione della muratura a seguito dell'intervento.

Se il segno di spunta non viene attivato significa che l'utente non prevede alcun limite nell'incremento di resistenza per il meccanismo in esame, pertanto questo verrà attribuito unicamente sulla base delle caratteristiche meccaniche del rinforzo secondo le procedure descritte nel presente manuale. Nel caso in cui l'utente imposta una % limite, l'incremento di resistenza, dovuto alla presenza di rinforzo, sarà calcolato come il minimo tra il valore impostato dall'utente e quello calcolato in base alle caratteristiche meccaniche del rinforzo.

#### Duttilità disponibile:

In questa sezione l'utente può definire la duttilità ultima della muratura rinforzata con riferimento al comportamento a trazione/compressione o a taglio. Se il segno di spunta non viene attivato la capacità ultima verrà considerata coincidente con la duttilità ultima della muratura non rinforzata. L'intervento quindi non produrrà alcun incremento di duttilità.

- **Duttilità a taglio:** l'utente assegna il valore dello scorrimento angolare ultimo ( $\gamma_u$ ) che produce la rottura del pannello rinforzato. Non appena viene attivato il segno di spunta, viene proposto il valore di 0,4%, corrispondente al valore suggerito dalle NTC '08 per murature non rinforzate; sarà cura del progettista assegnare il valore che ritiene più adatto al suo caso.
- **Duttilità a compressione e a trazione:** l'utente assegna i valori di duttilità ultima della muratura rinforzata, a trazione e a compressione. Non appena viene attivato il segno di spunta i valori suggeriti sono i medesimi valori di default utilizzati per una muratura non rinforzata. Tali valori sono 1,5 sia a trazione che a compressione.

## 4.3.4.4.1. CONTROLLI DI BILANCIAMENTO DEL RINFORZO

Al fine di garantire il miglior funzionamento del sistema di rinforzo, le case produttrici suggeriscono di tarare opportunamente le caratteristiche meccaniche dei componenti (rete e malta) in modo da avere un rinforzo "bilanciato" (ovvero viene richiesto un equilibrio tra le caratteristiche meccaniche della malta e quelle della rete).

Vengono, quindi, definiti dei parametri di controllo, forniti dalle case produttrici (FibreNet), che consentono di verificare la corretta taratura del sistema di rinforzo, facendo riferimento non solo alle caratteristiche meccaniche di resistenza proprie dei componenti del rinforzo (malta e fibre), ma anche a quelle del pannello a cui è applicato.

Il controllo di bilanciamento del rinforzo richiede, inoltre, una verifica sul rapporto tra i due componenti costituenti il sistema di rinforzo FibreNet (malta e fibre).

I parametri di controllo utilizzati sono così definiti:

**$\Delta 1$  (Delta1):** parametro adimensionalizzato, che controlla il bilanciamento della malta ed è proporzionale alla resistenza di picco che può essere sopportata dal puntone di malta.

**$\Delta 2$  (Delta2):** parametro adimensionalizzato che controlla il bilanciamento delle fibre (rete) ed è proporzionale alla resistenza della rete in fibre.

Detti parametri vengono calcolati secondo le seguenti formulazioni:

$$\Delta 1 = 0.5 \cdot \frac{f_{c,int} \cdot t_{int}}{1.5 \cdot \tau_{0,rinf} \cdot t_h}$$

$$\Delta 2 = 2 \cdot \frac{F_r}{1.5 \cdot \tau_{0,rinf} \cdot t_h \cdot p_r}$$

dove:

$f_{c,int}$  è la resistenza alla compressione dell'intonaco (malta);

$F_r$  è la resistenza media a trazione della rete in fibra;

$p_r$  è il passo della maglia della rete in fibra;

$t_{int}$  è lo spessore dell'intonaco;

$\tau_{0,rinf}$  resistenza a taglio della muratura rinforzata;

$t_h$  è lo spessore della muratura rinforzata.

Affinchè il rinforzo sia progettato correttamente, occorre che  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$  risultino entrambi sempre maggiori di 0,6. Nei casi in cui questa condizione dovesse non essere rispettata, (ovvero il rinforzo dovesse risultare sbilanciato o squilibrato), la casa produttrice dei rinforzi FibreNet non garantisce il corretto funzionamento del sistema.

Inoltre esiste anche un controllo di bilanciamento tra i due componenti (malta e fibre), attuato sul rapporto tra  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$ : viene ammessa una tolleranza del 10% di differenza tra i due parametri entro la quale il rinforzo viene considerato correttamente progettato.

In particolare valgono le seguenti considerazioni:

- Se  $\Delta 1 < 0.6$  il rinforzo è sbilanciato poiché la resistenza di picco che può essere sopportata dal puntone di malta non rientra nell'intervallo di valori previsti dalla casa produttrice del sistema di rinforzo.
- Se  $\Delta 2 < 0.6$  il rinforzo è sbilanciato poiché la resistenza della rete in GFRP non rientra nell'intervallo di valori previsti dalla casa produttrice del sistema di rinforzo. In entrambi i casi, il sistema di rinforzo non è stato progettato correttamente e se si vuole garantire il corretto funzionamento del sistema occorre modificare le caratteristiche del rinforzo.

Inoltre, esiste anche un controllo di bilanciamento tra i due componenti (malta e fibre), attuato sul rapporto tra  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$ .

Nel dettaglio un rinforzo correttamente progettato deve rispettare le seguenti condizioni:

- Se  $\Delta 1 < 0.9 * \Delta 2$  il rinforzo non è ottimale poiché la resistenza di picco che può essere sopportata dal puntone di malta è inferiore a quella della rete in GFRP.
- Se  $\Delta 1 > 1.1 * \Delta 2$  il rinforzo non è ottimale poiché la resistenza di picco che può essere sopportata dalla rete in GFRP è inferiore a quella del puntone di malta.

Pertanto, durante la fase di applicazione del rinforzo di tipo FibreNet sui pannelli murari, 3DMacro esegue i necessari controlli di bilanciamento tra malta e fibra in GFRP, restituendo dei messaggi di warning, come di seguito indicato.

Se  $\Delta 1 < 0,6$  → il rinforzo è squilibrato poiché la resistenza di picco che può essere sopportata dal puntone di malta non rientra nel range di valore previsto dalla casa produttrice del sistema di rinforzo. Quest'ultimo quindi non è stato progettato correttamente. Se si vuole garantire il corretto funzionamento del sistema occorre modificare le caratteristiche del rinforzo nell'ambiente di definizione dello stesso.

L'utente può decidere di accettare comunque il rinforzo applicato (cliccando su OK), per poi modificarne le caratteristiche dall'ambiente di definizione dei rinforzi (cfr. par. 4.1), nel quale vengono attuati i medesimi controlli qui definiti, se e solo se il rinforzo è stato applicato ad uno o più pannelli.

Cliccando su ANNULLA il rinforzo non verrà applicato.

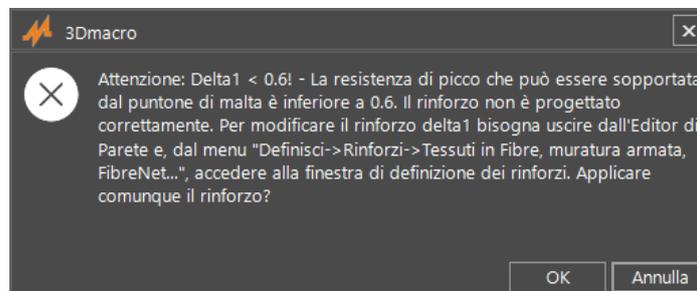


Figura 186. 3DMacro Warning – controllo di bilanciamento della malta ( $\Delta 1$ )

Se  $\Delta 2 < 0,6$  → il rinforzo è squilibrato poiché la resistenza della rete in GFRP non rientra nel range di valore previsto dalla casa produttrice del sistema di rinforzo. Quest'ultimo quindi non è stato progettato correttamente. Se si vuole garantire il corretto funzionamento del sistema occorre modificare le caratteristiche del rinforzo nell'ambiente di definizione dello stesso.

Se  $\Delta 1 < 0.9 * \Delta 2$  → il rinforzo è squilibrato poiché la resistenza di picco che può essere sopportata dal puntone di malta è inferiore a quella della rete in GFRP e lo scarto dei due è inferiore al 10%. Questo messaggio viene rilasciato solo successivamente all'applicazione del rinforzo. Cliccando su OK, l'utente conferma di aver preso visione del messaggio di warning, ma il rinforzo è stato comunque applicato precedentemente. Per modificare le caratteristiche del rinforzo, occorre portarsi nella finestra di definizione degli stessi.

Se  $\Delta 1 > 1.1 * \Delta 2$  → il rinforzo è squilibrato poiché la resistenza di picco che può essere sopportata dalla rete in GFRP è inferiore a quella del puntone di malta e lo scarto dei due è inferiore al 10%. Anche questo messaggio viene rilasciato solo successivamente all'applicazione del rinforzo. . Cliccando su OK, l'utente conferma di aver preso visione del messaggio di warning, e per modificare il rinforzo dovrà accedere alla finestra di definizione degli stessi.

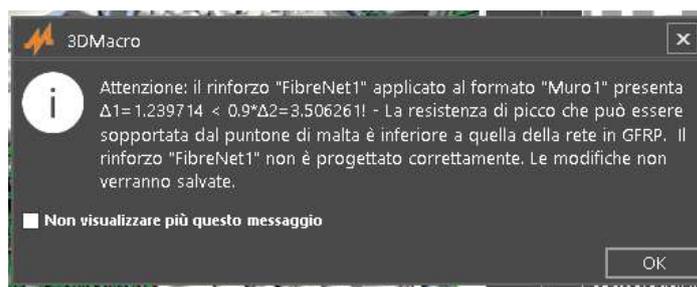


Figura 187. 3DMacro Warning – controllo di bilanciamento della differenza tra  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$ , che deve rientrare in una tolleranza del 10%

Come già indicato, si ribadisce che i controlli di bilanciamento vengono eseguiti, dopo aver applicato i sistemi di rinforzo FibreNet ai pannelli in muratura. Pertanto, se l'utente modifica le caratteristiche dei rinforzi, dalla finestra di definizione degli stessi il controllo sarà ripetuto e segnalati eventuali problemi di bilanciamento.

Difatti, anche in questo caso il programma restituirà dei messaggi di warning indicando, per il tipo di rinforzo modificato e per il formato di muro su cui esso è stato applicato, se i parametri di resistenza dei componenti del rinforzo soddisfano i criteri di bilanciamento definiti dalla casa produttrice. Ricordiamo infatti che detti parametri di controllo sono funzione non solo delle caratteristiche meccaniche del rinforzo, ma anche del pannello murario a cui esso è applicato, come visto anche dalle superiori formulazioni per il calcolo di  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$ .

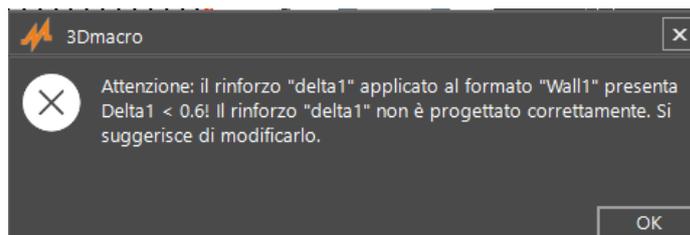


Figura 188. 3DMacro Warning – controllo di bilanciamento  $\Delta 1$  in fase di modifica delle del rinforzo già applicato

I controlli disponibili in questa fase di modifica dei parametri che caratterizzano il rinforzo (ovvero dopo che esso è stato applicato a uno o più pannelli murari) risulta utile strumento per una corretta taratura del sistema di rinforzo FibreNet. Difatti, l'utente, può decidere di applicare comunque un rinforzo "squilibrato" in fase di modellazione, per poi ridefinire le caratteristiche del rinforzo (Menu Definisci > Rinforzi i...> Tessuti in fibre, Muratura armata, FibreNet...> FibreNet) usufruendo dei controlli di bilanciamento automatici, che lo supportano.

#### 4.3.4.5. SISTEMI DI RINFORZO CON TECNOLOGIA ARMOX®,

COMANDO: MENU DEFINISCI>RINFORZI> ARMOX®,

In questa finestra è possibile definire i parametri necessari per caratterizzare una particolare tipologia di rinforzi, sviluppata in collaborazione con *Tri Materials s.r.l.* (<https://www.trimaterials.com>) produttrice del rivoluzionario sistema di rinforzo *ArmoX®*: un intonaco nano-composito che, grazie alla tecnologia brevettata *SISMASAFE FRM®* (Fibre Reinforced Mortar), può essere impiegato per il consolidamento antisismico degli edifici.

Il suo funzionamento si basa sul trasferimento delle tecniche di consolidamento proprie degli *FRC* (*Fibre Reinforced Concrete*) su un materiale a basso spessore dalle elevate prestazioni. L'applicazione è esattamente come un intonaco classico, su cui sono previste, in funzione della geometria dell'elemento da consolidare, alcuni semplici ancoraggi non passanti che si limitano ad evitare l'instabilità del sottile strato di rinforzo sismo-resistente durante le accelerazioni orizzontali tipiche dei terremoti.

Per ulteriori dettagli sui materiali si rimanda alle schede tecniche dei prodotti *ArmoX®*. Le informazioni di dettaglio relative alle modalità di installazione e i particolari costruttivi sono disponibili sul sito: <https://www.trimaterials.com/it/la-famiglia-armox/armox>



#### ATTENZIONE

*Questo tipo di rinforzo è indicato e pensato per i pannelli in muratura e non sarà possibile applicarlo su setti in c.a.*

L'opzione di default – ovvero in modalità standar – (Figura 189) prevede la possibilità di settare lo spessore dell'intonaco, la presenza delle barre di ancoraggio e il loro numero, diametro e materiale. Togliendo la spunta all'opzione "Usa parametri suggeriti", l'utente avrà la possibilità di settare tutti i parametri che governano il comportamento del rinforzo, compresi i parametri di taratura (Figura 190). Tuttavia, suggeriamo di modificare i parametri di default solo in accordo con un esperto *Gruppo Sismica* o *Tri Materials*.



Figura 189. Definisci Rinforzi ArmoX – modalità standard

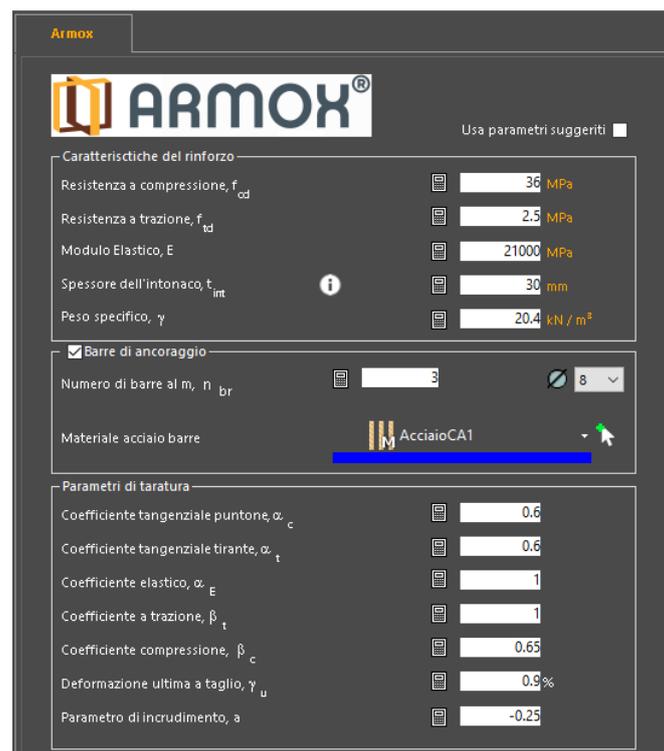


Figura 190. Definisci Rinforzi ArmoX – modalità personalizzato

#### 4.3.4.5.1. APPLICAZIONE DEL RINFORZO ARMOX

Una volta definito il rinforzo, per l'applicazione è possibile seguire tre diverse procedure che si differenziano per il livello di dettaglio da adottare sulla porzione di edificio sul quale applicare il rinforzo. Infatti è possibile utilizzare una procedura rapida per inserire il rinforzo all'intero edificio o ad intere porzioni di esso; oppure assegnare il rinforzo alle singole regioni murarie; ed infine definire una porzione limitata di muratura all'interno della quale applicare il rinforzo.

## 4.3.4.5.1.1. APPLICAZIONE MEDIANTE INPUT RAPIDO

COMANDO: MENU COSTRUISCI> INPUT RAPIDO DEI RINFORZI...

La finestra per l'applicazione rapida dei Rinforzi consente di applicare i rinforzi ad intere aree della struttura (Figura 16). In particolare i rinforzi ArmoX® si attivano scegliendo i "Rinforzi sulle Pareti" ed è possibile scegliere se applicare il rinforzo a tutte le Pareti, solo sui Maschi e/o sulle Fasce e decidere se applicarlo a tutti i livelli o solo ad un livello specifico.

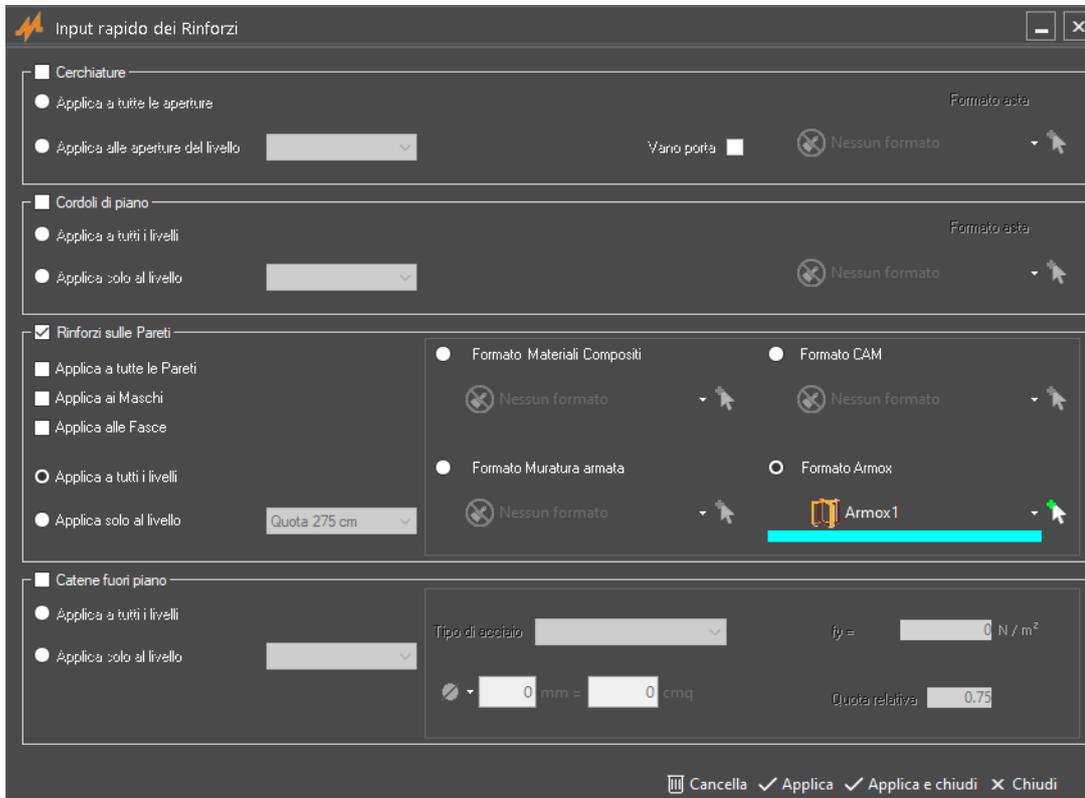


Figura 191. Ambiente di applicazione rapida dei rinforzi

## 4.3.4.5.1.2. APPLICAZIONE ALLE REGIONI MURARIE

COMANDO: MENU COSTRUISCI> INPUT PARETI... > MODALITÀ SELEZIONA > REGIONI PIENE > RINFORZO ARMOX ...

Nell'ambiente di modellazione Editor di Parete, scegliere la modalità Seleziona, cliccando sul comando disponibile sulla barra degli strumenti (cfr. Manuale Utente 3DMacro).



Selezionare una Regione piena e, cliccando con il tasto destro del mouse, accedere al menu contestuale Regioni Piene > Rinforzo ArmoX e selezionare il rinforzo precedentemente definito (Figura 192).

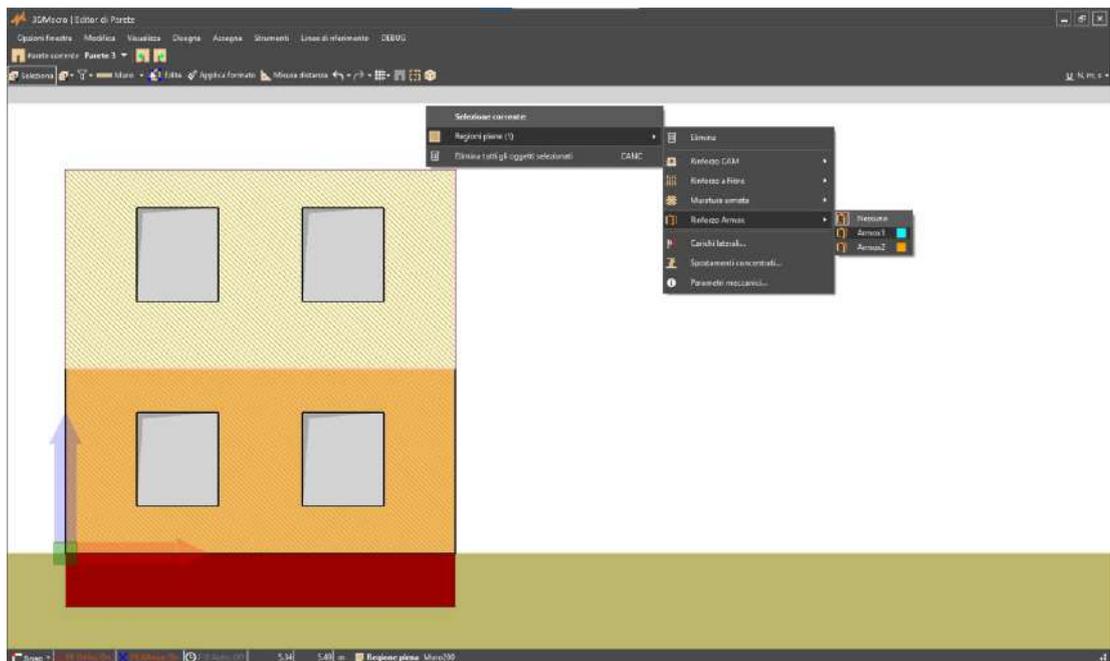


Figura 192. Applicazione Rinforzo ArmoX® su regione

Questo comando consente di applicare il rinforzo (e le sue caratteristiche) all'intera regione selezionata (Figura 193), rendendo di fatto il rinforzo come una proprietà della regione e con un notevole alleggerimento della routine di discretizzazione della regione stessa.

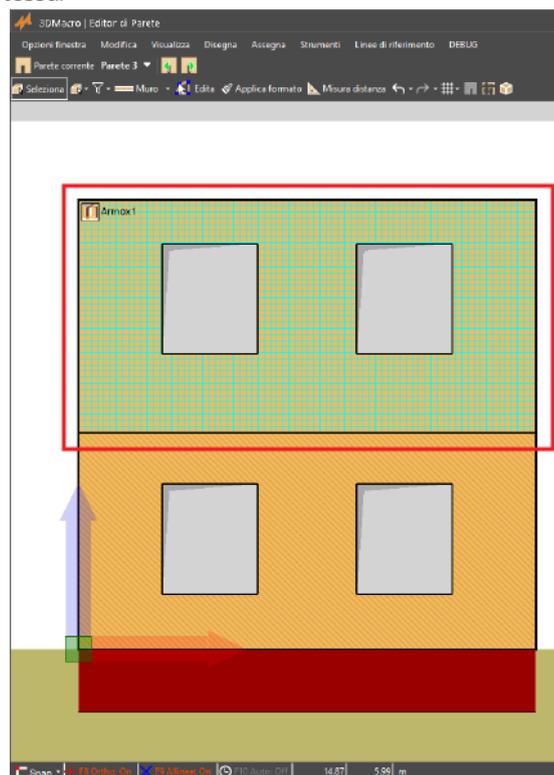


Figura 193: Rinforzo ArmoX® applicato alla regione

## 4.3.4.5.1.3. APPLICAZIONE SULLE AREE DI RINFORZO/AMMALORAMENTO

COMANDO: MENU COSTRUISCI > INPUT PARETI... > MENU DISEGNA > RINFORZO O AMMALORAMENTO

Nell'ambiente di modellazione Editor di Parete, scegliere dal menu Disegna > Rinforzo o Ammaloramento (cfr. Manuale Utente 3DMacro). Nel pannello di Controllo posto sulla destra della finestra (Figura 194), all'interno del riquadro "Rinforzi CAM, Compositi, Muratura Armata, ArmoX", scegliere il formato ArmoX®, tra quelli precedentemente definiti. Quindi tracciare il rettangolo corrispondente alla porzione di parete su cui applicare il rinforzo (Figura 195).

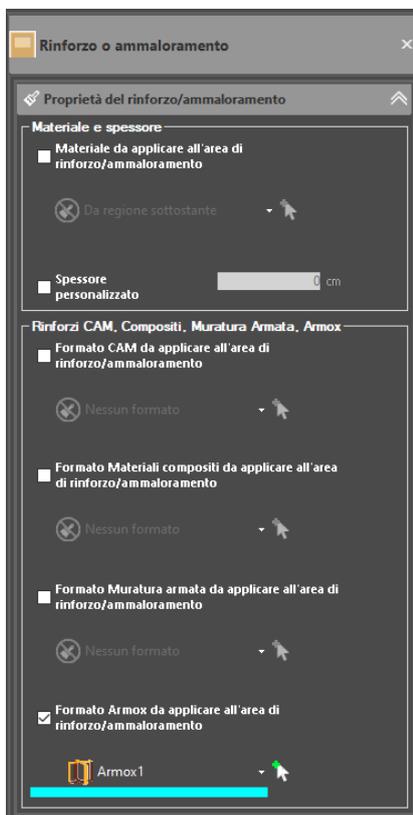


Figura 194: Scelta del formato del rinforzo

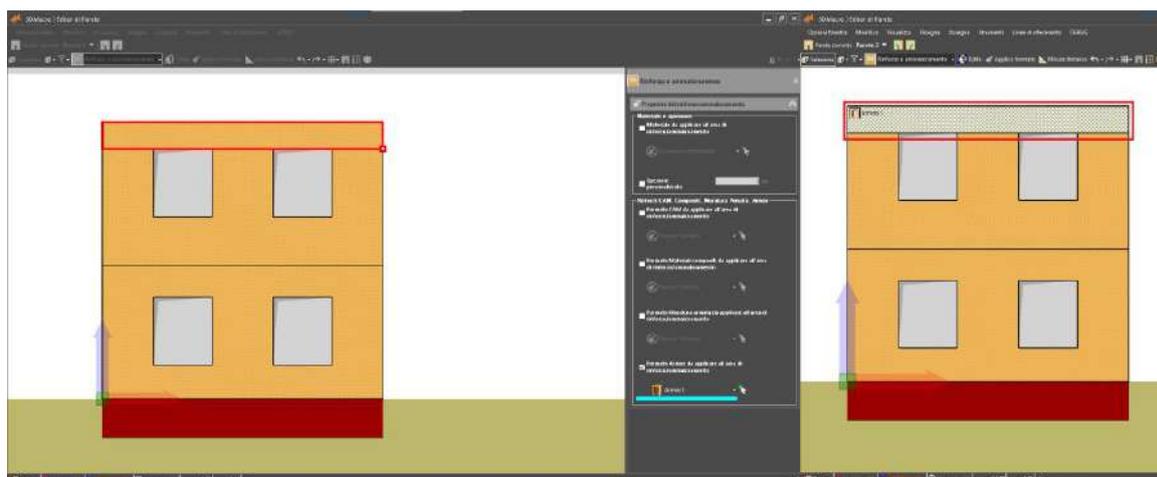


Figura 195: Rinforzo ArmoX® applicato su una porzione muraria

Dopo aver applicato il rinforzo è possibile verificare l'effettivo incremento dei parametri meccanici della muratura rinforzata accedendo alla finestra delle Proprietà della regione mostrata nella Figura 196. Questa finestra mostra una tabella dove sono visibili in due colonne i parametri meccanici della

regione rinforzata prima e dopo l'applicazione del rinforzo, e una colonna con la percentuale di incremento subita dal parametro a seguito dell'applicazione del rinforzo.

Proprietà regione			
Formato: Muratura + ArmoX1			
Parametro	Valore base	Valore rinforzato	Incremento (%)
Legame a flessione	non lineare	non lineare	-
Modulo elastico, E <sub>ver</sub>	2100000000 N / m <sup>2</sup>	4839130000 N / m <sup>2</sup>	130.4348
Modulo elastico, E <sub>or</sub>	2100000000 N / m <sup>2</sup>	4565220000 N / m <sup>2</sup>	117.3913
Resistenza a compressione, f <sub>m,ver</sub>	3015000 N / m <sup>2</sup>	5673910 N / m <sup>2</sup>	88.18946
Resistenza a compressione, f <sub>m,or</sub>	3015000 N / m <sup>2</sup>	5673910 N / m <sup>2</sup>	88.18946
Resistenza a trazione, f <sub>t,ver</sub>	100000 N / m <sup>2</sup>	365217 N / m <sup>2</sup>	265.2173
Resistenza a trazione, f <sub>t,or</sub>	100000 N / m <sup>2</sup>	365217 N / m <sup>2</sup>	265.2173
epsilon_c	infinito	infinito	-
epsilon_t	infinito	infinito	-
Legame a taglio	non lineare	non lineare	-
G	8400000000 N / m <sup>2</sup>	886212000 N / m <sup>2</sup>	5.501401
Tau0	65000 N / m <sup>2</sup>	218135 N / m <sup>2</sup>	235.592
gamma_u	0.004	8.999999E-05	-97.74999
Coeff.Attrito	0.3	0.3	0
Scorimenti	non attivi	non attivi	-

Figura 196: Proprietà della regione rinforzata

Per accedere alla finestra delle proprietà di un pannello murario è sufficiente selezionare il pannello desiderato dall'ambiente principale di 3DMacro® e, una volta cliccato col pulsante destro del mouse, selezionare la voce "Parametri meccanici..." come mostrato in Figura 197.

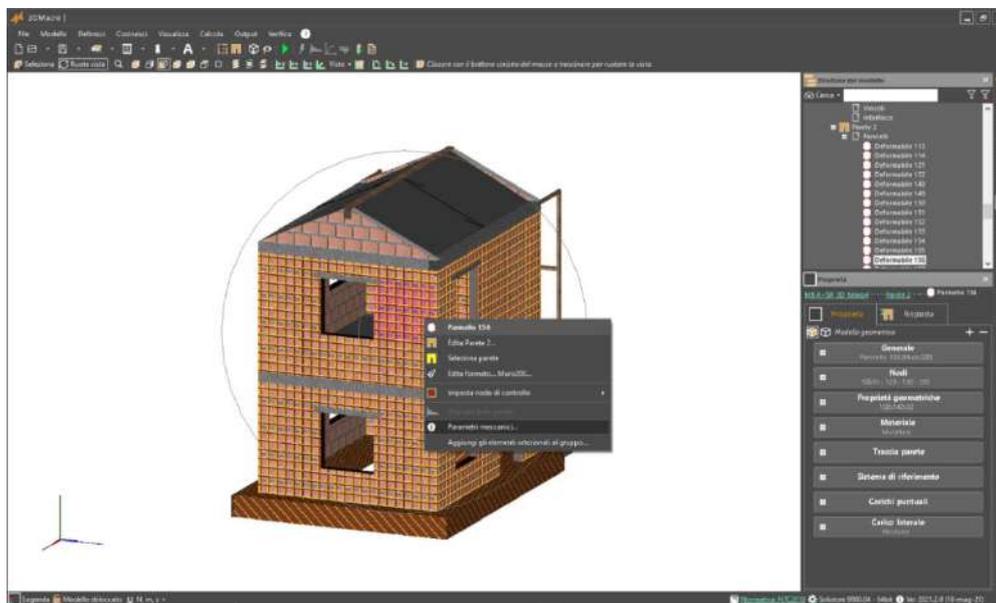


Figura 197: 3DMacro ambiente principale – parametri meccanici della muratura rinforzata

#### 4.3.5. DEFINISCI ELEMENTI TIPO

COMANDO: MENU DEFINISCI>ELEMENTI TIPO



Figura 198. Menù Definisci elemento tipo.

Nell'ambito della modellazione strutturale è utile poter raggruppare e gestire gli elementi strutturali che possiedono caratteristiche simili (tipo di materiale, geometria della sezione delle aste, spessore della muratura) attraverso dei comandi avanzati e di controllo.

In 3DMacro® è possibile far ciò e gestire le caratteristiche meccaniche e geometriche dei maschi murari, delle aste, dei solai, attraverso il comando *elemento tipo*. Per assegnare un *elemento tipo* ad un maschio murario, setto in c.a., asta, fondazione o solaio, esistono dei comandi specifici negli editor piani (cfr. editor di pianta § 5; cfr. editor di parete § 4.4.2).

La finestra elemento tipo consente di definire e gestire gli elementi tipo che verranno impiegati nel modello.

Tutte le finestre di input di questo menu, si compongono di due sezioni principali:

- La sezione a sinistra contiene la lista degli elementi-tipo definiti e la barra dei menu per introdurre, eliminare o duplicare gli elementi della lista (come descritto nel seguito);
- La sezione a destra permette di modificare le caratteristiche dell'elemento-tipo selezionato.

In basso è visualizzata la normativa adottata selezionata nella scheda "Impostazioni generali" (cfr. § 4.2.1), e a destra i bottoni Annulla e chiudi (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e Accetta e chiudi (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

La lista degli elementi-tipo definiti, posta a sinistra, raggruppa gli elementi-tipo in funzione degli elementi strutturali definibili in 3DMacro®. Questi possono essere visualizzati, selezionando dal menu a tendina, una delle seguenti categorie di elementi strutturali:

- **Murature** (cfr. § 4.3.5.1)
- **Setti in calcestruzzo armato** (cfr. § 4.3.5.2)
- **Aste** (cfr. § 4.3.5.3)
- **Solai** (cfr. § 4.3.5.4)
- **Fondazione** (cfr. § 4.3.5.5)

Per ciascun categoria di elemento strutturale è possibile:

- definire un nuovo elemento-tipo (selezionando una cella vuota ed inserendo il nome),
- cancellare un elemento-tipo definita dalla lista (selezionando l'elemento-tipo e premendo il tasto "Canc" ovvero cliccando sul bottone "Elimina"),
- modificare il nome di un elemento-tipo della lista (selezionando l'elemento-tipo ed editando il nome),
- accedere alla scheda delle proprietà dell'elemento-tipo (selezionando l'elemento tipo in elenco).
- impostare automaticamente i colori per ciascun elemento-tipo definito (selezionando dal menu a tendina il bottone ).

È possibile nascondere la lista dei materiali definiti cliccando sul bottone . Per visualizzarla nuovamente basta cliccare sul bottone in alto a sinistra che riporta l'etichetta scritta in verticale 'Elementi-tipo'.

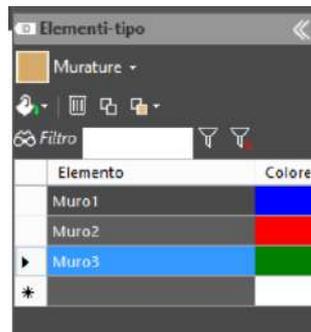


Figura 199. Elenco degli elementi tipo, ordinati per categoria.

Attraverso la scheda delle proprietà dell'elemento tipo, posta in alto a destra, è possibile modificare i seguenti parametri di carattere generale:

- **Nome:** il nome dell'elemento selezionato. Tale nome non deve contenere spazi.
- **Commento:** ove è possibile dare una descrizione estesa del tipo di elemento.
- **Colore:** è possibile associare all'elemento un colore identificativo. Questo comando sarà attivo solo deselegnando la voce "Gestisci colori automaticamente" dal menu a tendina Colore,  riportato nella sezione a sinistra.



### ATTENZIONE

*Il nome dell'elemento non deve contenere spazi, né caratteri "speciali" (quali ad esempio caratteri accentati).*

#### 4.3.5.1. DEFINISCI ELEMENTO TIPO MURATURA

La scheda **proprietà dell'elemento tipo muratura selezionato**, posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. par.4.3.5) permette la modifica dei seguenti parametri:

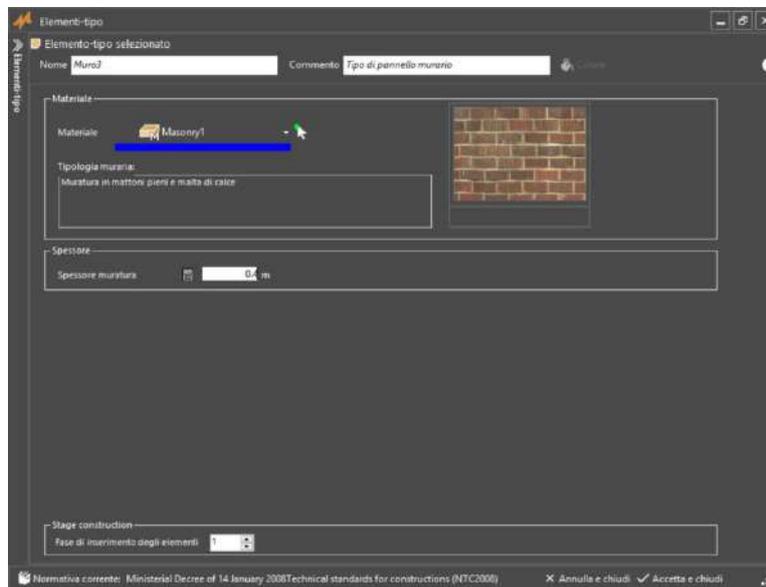


Figura 200. Finestra di definizione dell'elemento tipo muratura.

- **Materiale:** è necessario selezionare dal menu a tendina il materiale muratura a cui fa riferimento l'elemento tipo muratura selezionato. È possibile modificare le caratteristiche meccaniche cliccando sul pulsante "edita materiale".
- **Tipologia muraria:** viene riportata una sintetica descrizione del tipo di muratura prescelto.
- **Spessore muratura:** inserire lo spessore della muratura  $t$  nell'unità di misura selezionata.
- **Stage construction:** consente di assegnare una fase di costruzione diversa a ciascuna tipologia muraria. Questo comando attualmente in fase di sviluppo, non è ancora disponibile per la versione licenziata.

#### 4.3.5.2. DEFINISCI ELEMENTO TIPO SETTI IN C.A.

La scheda **proprietà dell'elemento tipo setto in c.a. selezionato**, posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. par.4.3.5) permette la modifica dei seguenti parametri:

- **Materiali:**
  - Principale: Indica il materiale adottato per il calcestruzzo
  - Armatura: Indica il materiale adottato per le barre di armatura per entrambe le direzioni ed i lati.
- **Dimensioni: Spessore setto (t):** inserire lo spessore  $t$  del setto in c.a.
- **Armature:** in questo riquadro è possibile inserire il numero e il diametro delle armature disposte verticalmente ed orizzontalmente su ciascuna faccia del setto, su una lunghezza  $L$  definita dall'utente. Per esempio per definire un set di armature verticali composto da  $2\varnothing 14 + 2\varnothing 20$  (su ciascuna faccia del setto), disposti su una lunghezza di m 1,50, digitare nella casella "Verticale"  $2f14+2f20$ , mentre nella casella "lungo" digitare 1,50 avendo precedentemente selezionato l'unità di misura "metri".

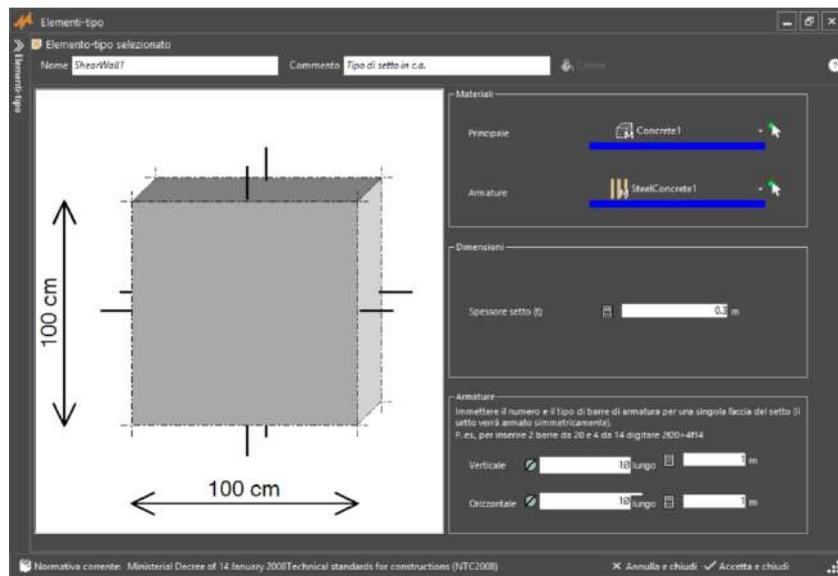


Figura 201. Definisci elemento tipo "setti in calcestruzzo armato".

#### 4.3.5.3. DEFINISCI ELEMENTO TIPO ASTE

La finestra proprietà dell'**elemento tipo aste selezionato**, posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. § 4.3.5), consente la definizione delle caratteristiche geometriche e quelle relative al comportamento dell'elemento stesso.

Inferiormente la finestra si divide in due schede, che consentono di modificare o visualizzare le caratteristiche dell'asta sia in campata (cfr. § 4.3.5.3.1) che alle estremità (cfr. 4.3.5.3.2). In fondo alla finestra, invece, è possibile definire il comportamento dell'asta e i parametri che consentono di valutare la capacità di rotazione plastica della sezione:

- **Comportamento:** è necessario selezionare dal menu a tendina il tipo di comportamento strutturale (trave, pilastro, cordolo, che dovrà assumere l'elemento tipo asta selezionato).
  - Selezionando **"Trave/Cordolo 2D"** l'asta (associata all'elemento-tipo) avrà un comportamento bidimensionale interagente con la muratura. In tal caso la plasticità è concentrata in cerniere che non tengono conto dell'influenza dello sforzo normale sul momento plastico. E' adatta per modellare cordoli di piano, architravi, cerchiature di aperture e in generale elementi presenti nel piano dei pannelli murari ed interagenti con essi. È importante sottolineare che il comportamento di questo elemento è di tipo piano, in quanto non dispone di gradi di libertà traslazionali nella direzione individuata dall'asse 3 e rotazionali nelle direzioni individuate dagli assi 1 e 2. In tal caso saranno valutati i momenti e le curvature ultime per un valore di sforzo normale nullo.
  - Selezionando **"Trave/Cordolo 3D"** l'asta (associata all'elemento-tipo) avrà un comportamento tridimensionale interagente con la muratura. La plasticità è concentrata in cerniere che non tengono conto dell'influenza dello sforzo normale sul momento plastico. E' adatta a modellare travi che agiscono anche fuori dal piano della parete cui appartengono.
  - Selezionando **"Pilastro 3D"** l'asta (associata all'elemento-tipo) avrà un comportamento tridimensionale interagente con la muratura. La plasticità è concentrata in cerniere (**tipo PMM**) che tengono conto dell'interazione tra lo sforzo normale e i momenti flettenti nei due piani principali. E' adatta a modellare pilastri in quanto dispone di gradi di libertà traslazionali nelle direzioni individuate dagli assi 1, 2 e 3 e rotazionali nelle direzioni individuate dagli assi 2 e 3. In tal caso il valore del momento di resistenza è funzione dello sforzo normale agente sulla sezione, valutato attraverso un'analisi per carichi

verticali: per ciascuna cerniera plastica (identificata con una sezione caratteristica) viene determinato un dominio di resistenza tridimensionale caratteristico della sezione. 3DMacro® calcola in maniera disaccoppiata i domini di resistenza MN nelle due direzioni principali (assi 2 e 3) e costruirà il dominio di resistenza tridimensionale interpolando, con la seguente formula ellissoidica, i valori ottenuti per ciascuna direzione:

$$\left(\frac{M_{sd,2}}{M_{pl,2}}\right)^2 + \left(\frac{M_{sd,3}}{M_{pl,3}}\right)^2 \leq 1, \text{ dove } \begin{cases} M_{pl,2} = M_{pl,2}(N_{sd}) \\ M_{pl,3} = M_{pl,3}(N_{sd}) \end{cases}$$



### ATTENZIONE

*Il comportamento tipo "Pilastro" è disponibile solo per coloro che hanno acquistato la licenza 3DM-SMCA, modulo strutture miste.*



### APPROFONDIMENTO

*Nel caso in cui si adotti una modellazione 3D (cfr. § 4.2.3) (modello tridimensionale), al fine di poter cogliere il comportamento delle aste, anche fuori dal piano della parete, si consiglia di definire le aste come aste 3D (comportamento Trave/cordolo 3D).*

- **Capacità di rotazione plastica:** rappresenta la capacità di rotazione rispetto alla corda in condizioni di collasso (cfr. Allegato C8A.6 delle NTC2018). Questa può essere valutata mediante sperimentazione diretta o modellazione numerica, considerando il contributo di calcestruzzo, acciaio ed aderenza, oppure mediante espressioni semplificate, proposte dalle Norme, a cui si rimanda per ulteriori approfondimenti. Per la valutazione della lunghezza della cerniera plastica  $L_p$  è possibile selezionare una delle tre voci seguenti:
  - **Da normativa:** la lunghezza della cerniera plastica viene calcolata come imposto dalle NTC2018, secondo l'espressione semplificata C8A.6.6, in funzione della altezza della sezione, del diametro medio delle barre longitudinali e delle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo e di snervamento dell'acciaio.
  - **Lunghezza plastica fissata:** lunghezza della cerniera plastica è fissata dall'utente.
  - **Lunghezza plastica fissata in funzione dell'altezza della sezione:** la lunghezza della cerniera plastica è fissata dall'utente in funzione dell'altezza della sezione.

Nei casi in cui la lunghezza della cerniera plastica sia fissata dall'utente, sia in maniera assoluta che in funzione dell'altezza della sezione, è possibile anche assegnare un valore personalizzato del fattore  $\gamma_e$ , che le NTC pongono pari ad 1.5 per gli elementi "primari" e 1.0 per quelli "secondari" (come definiti al paragrafo 7.2.3 delle stesse Norme).

#### 4.3.5.3.1. SEZIONE DI CAMPATA

In questa scheda è possibile definire e visualizzare le caratteristiche della sezione in campata, assegnando i seguenti parametri:

- **Sezione:** selezionare dal menu a tendina il tipo di sezione geometrica a cui l'elemento tipo selezionato dovrà fare riferimento. È possibile modificare le caratteristiche

geometriche e meccaniche della sezione cliccando sul pulsante "Edita sezione" (cfr. 4.3.3.1), ovvero duplicare la sezione e modificarne le caratteristiche, cliccando sul pulsante "Duplica ed edita" (cfr. § 4.3.3.1).

- **Forma:** indica il tipo di forma della sezione (rettangolare piena/cava, circolare piena/cava, a T, a doppio T, a C,...).
- **Dimensioni:** indica le principali dimensioni geometriche della sezione (base, altezza,...).
- **Materiale:** indica il materiale principale adottato per il calcestruzzo nonché il materiale adottato per le armature (cfr. § 4.3.2).
- **Armatura:** indica il numero e il diametro delle armature (poste sulle fibre superiori, inferiori, lungo le pareti laterali di sinistra e di destra, etc...) assegnate per il tipo di sezione selezionato.

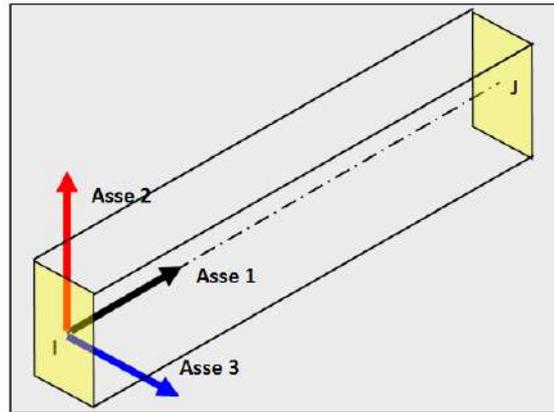


Figura 202. Orientamento degli assi del sistema di riferimento locale dell'asta.

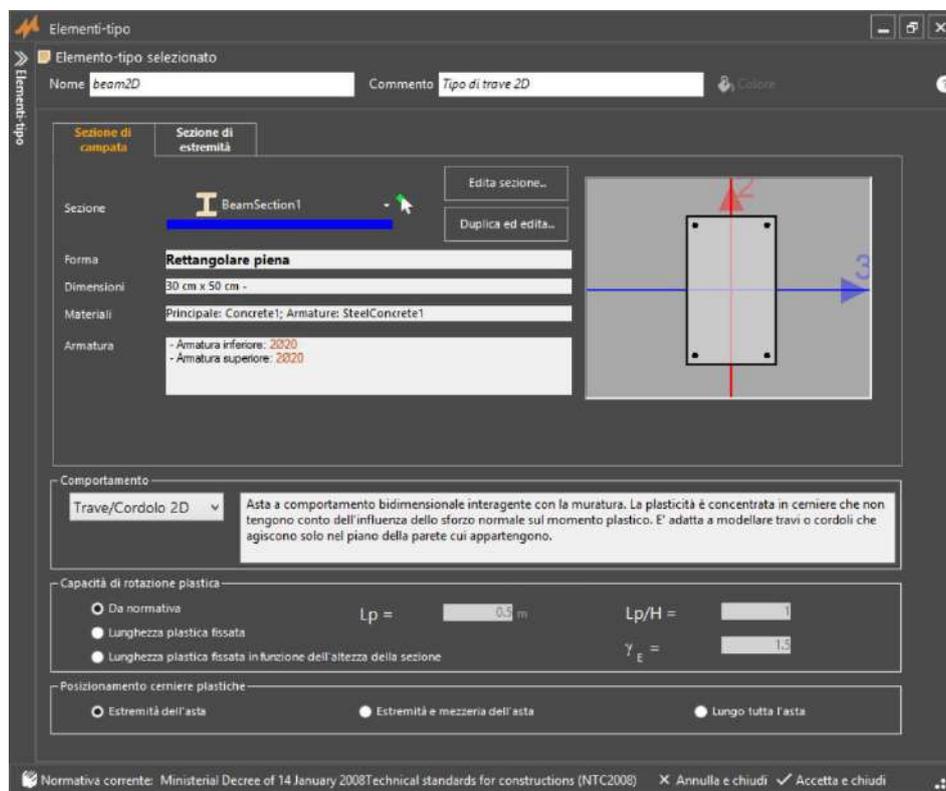


Figura 203. Finestra di definizione dell'elemento tipo asta, sezione in campata.

#### 4.3.5.3.2. SEZIONE DI ESTREMITÀ

È possibile personalizzare le sezioni dell'asta alle estremità, cliccando sulla voce "Personalizza sezione ai nodi" disponibile all'interno della presente scheda.

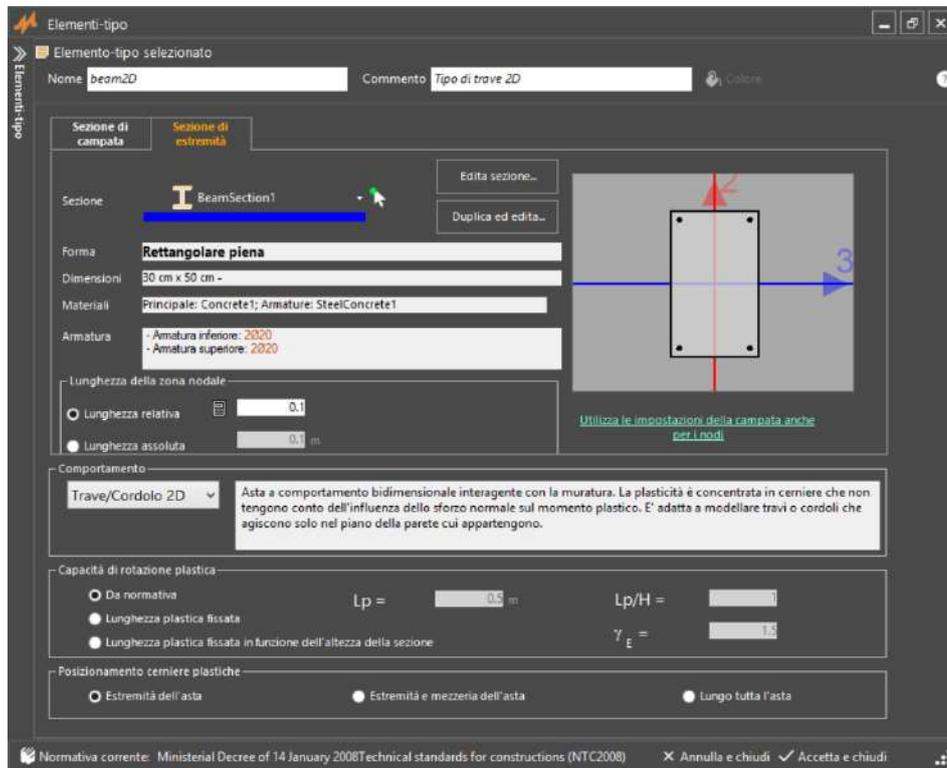


Figura 204. Finestra di definizione dell'elemento tipo asta, sezione di estremità.

Oltre ai parametri già visti nella scheda precedente (sezione, forma, dimensioni, materiali e armatura), è possibile assegnare anche i seguenti parametri, specifici per le zone di estremità delle aste:

- **Lunghezza relativa:** indica la lunghezza della zona di estremità dell'asta, rapportata alla sua lunghezza totale. Ad esempio, un valore pari a 0.1 indica che la zona nodale di estremità dell'asta ha una lunghezza pari al 10% della lunghezza totale dell'asta.
- **Lunghezza assoluta:** indica la lunghezza reale, espressa nell'unità di misura selezionata, della zona di estremità dell'asta.

Per utilizzare le stesse impostazioni delle sezioni in campata, anche per quelle di estremità, cliccare sull'apposito link, posto sotto l'immagine della sezione trasversale dell'asta: "Utilizza le impostazioni della campata anche per i nodi".

#### 4.3.5.4. DEFINISCI ELEMENTO TIPO SOLAIO

La scheda **proprietà dell'elemento tipo solaio selezionato**, posta a destra, oltre alla definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. § 4.3.5), permette la modifica dei seguenti parametri:

- **Sezione:** specificare il tipo di sezione del solaio da associare all'elemento tipo, selezionando una delle schede presenti nella parte a destra della finestra (cfr. §4.3.3.2)
- **Tipo di solaio:** selezionare il tipo di comportamento strutturale del solaio.
  - **Solaio rigido nel proprio piano.** Se il solaio può essere assimilato ad un diaframma rigido, selezionare "solaio rigido nel proprio piano". I carichi

applicati sul solaio saranno ripartiti, sui maschi murari o sulle travi, secondo l'orditura assegnata, che è possibile modificare anche in modalità edita-solaio (cfr. § 5.5.1.2.4).

- **Solaio deformabile nel proprio piano.** Selezionando questa voce dal menu a tendina il solaio avrà un comportamento a lastra deformabile nel proprio piano con legame costitutivo elastico ortotropo. I parametri meccanici di calcolo dell'elemento lastra sono quelli determinati nella finestra "definisci sezioni per solaio" (cfr. § 4.3.3.1.6). I carichi applicati sul solaio saranno ripartiti, sui maschi murari o sulle travi, secondo l'orditura assegnata, che è possibile modificare anche in modalità edita-solaio (cfr. § 5.5.1.2.4)
- **Solaio infinitamente deformabile nel proprio piano.** Se il solaio non può essere assunto come rigido selezionare "Solaio infinitamente deformabile nel proprio piano": in tal modo l'elemento potrà essere utilizzato solo per ripartire i carichi, sugli elementi a contatto con esso, ossia sui maschi murari o sulle travi, secondo l'orditura loro assegnata. Questo tipo di comportamento può essere utile nel caso in cui si vogliano assegnare, alle travi di interpiano, i carichi gravanti sulle rampe e sui pianerottoli delle scale, o quando per le sue caratteristiche di ammassamento, il solaio può essere considerato slegato dal resto della struttura.
- **Peso proprio.** In tale riquadro è possibile scegliere la modalità di calcolo del peso proprio del solaio. Il valore del peso proprio determinato sarà utilizzato nella finestra "definisci carichi" (cfr. § 4.3.8).
  - Selezionando l'opzione "Determinato automaticamente sulla base della sezione" verrà assegnato all'elemento tipo il peso  $w$  del solaio, come valutato nella finestra "definisci sezione per elementi solaio" (cfr. § 4.3.3.1.6).
  - Selezionando l'opzione "Assegnato" sarà possibile specificare direttamente il valore del peso proprio del solaio per unità di superficie.

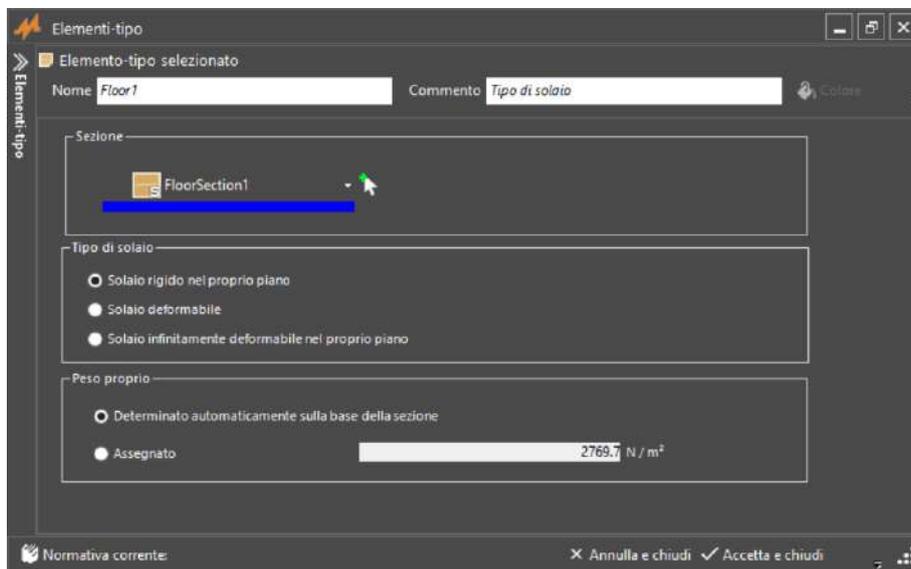


Figura 205. Finestra di definizione dell'elemento tipo solaio.

#### 4.3.5.5. DEFINISCI ELEMENTO TIPO FONDAZIONE

La scheda **proprietà dell'elemento tipo selezionato**, posta a destra, nella parte in alto permette la definizione dei parametri generali, quali Nome, Commento e Colore, già visti precedentemente (cfr. § 4.3.5).

I parametri richiesti nella parte sottostante della scheda, invece, sono funzione del tipo di vincolo selezionato: di linea (cfr. § 4.3.5.5.1) (ad esempio una trave di fondazione) o di punto (cfr. § 4.3.5.5.2) (ad esempio un plinto).

I primi (vincoli di linea) vengono applicati alle linee di pianta, o consentono di creare fondazioni di linea, mediante l'apposito strumento crea fondazione (anche in assenza di una linea di pianta), mentre i secondi (vincoli di punto) vengono applicati in corrispondenza di aste verticali isolate.

##### 4.3.5.5.1. DEFINISCI VINCOLO DI LINEA

**Tipo di Vincolo:** definisce la tipologia del vincolo. E' possibile selezionare una delle due opzioni:

- vincolo personalizzato
- trave di fondazione.

Se si sceglie come tipo di "**Vincolo Personalizzato**", occorre definire, per ciascun grado di libertà ( $U_x$ ,  $U_y$ ,  $R_z$ ) la tipologia di vincolo, scegliendo tra vincolo *fisso*, *libero* o *cedevole* (cfr. Figura 206) e, in quest'ultimo caso, assegnando nell'apposito campo il corrispondente valore della rigidezza che lo caratterizza. E' opportuno precisare che i gradi di libertà per questo tipo di vincolo sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento (ovvero dell'interfaccia del pannello). I gradi di libertà sono così definiti:

**U<sub>x</sub>:** Spostamento in direzione x (orizzontale) nel sistema di riferimento locale del vincolo (ovvero dell'interfaccia).

**U<sub>y</sub>:** Spostamento in direzione y (verticale) nel sistema di riferimento locale del vincolo (ovvero dell'interfaccia).

**R<sub>z</sub>:** Rotazione intorno all'asse z (asse ortogonale al piano del pannello) nel sistema di riferimento locale del vincolo (ovvero dell'interfaccia).

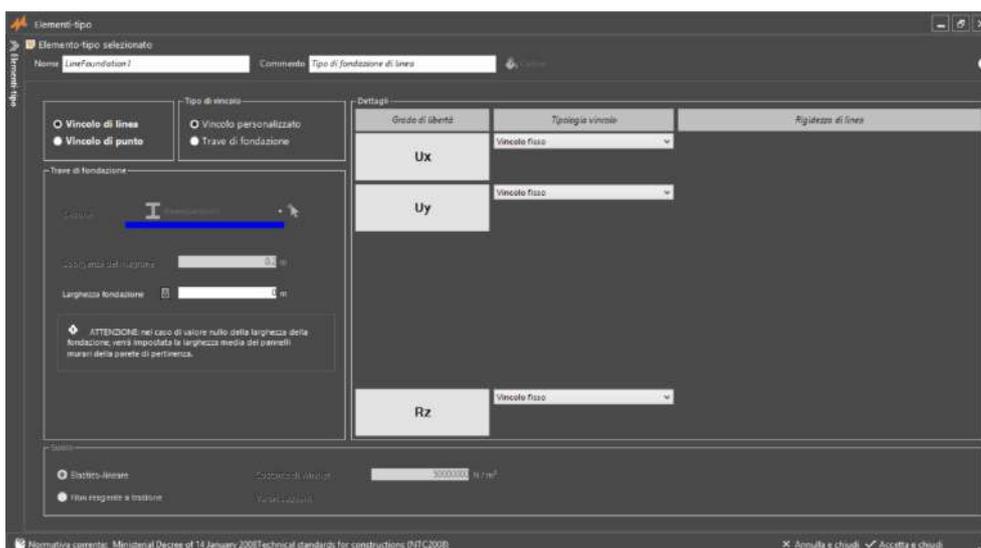


Figura 206. Definisci elemento-tipo fondazione come vincolo di linea personalizzato.

Nel caso di vincolo personalizzato, le verifiche geotecniche vengono eseguite facendo riferimento alla larghezza media dei paramenti murari posti in corrispondenza dello spiccato della fondazione. Se in fondazione è presente un allargamento del paramento murario, si può assegnare detto allargamento, indicando la **Larghezza fondazione** diversa da zero. Nel caso di valore nullo della larghezza della fondazione, verrà impostata la larghezza media dei pannelli murari della parete di pertinenza.

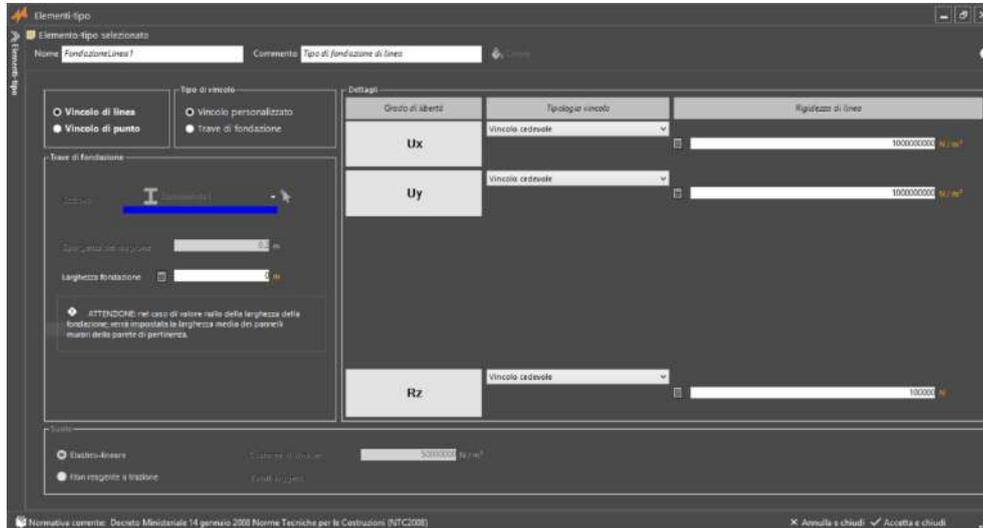


Figura 207. Definisci elemento-tipo fondazione come vincolo di linea personalizzato – di tipo cedevole e definizione della rigidità di linea.

Se si sceglie, invece, come vincolo **“Trave di fondazione”**, gli elementi di fondazione saranno trattati come travi su letto di molle, che modellano il terreno di fondazione e in tal caso dovranno essere definite le caratteristiche geometriche della trave e quelle di interazione suolo-struttura.

In particolare, per definire l’elemento tipo trave di fondazione, sarà necessario assegnare i seguenti parametri:

- **Sezione:** selezionare dal menu a tendina il tipo di sezione geometrica a cui l’elemento tipo selezionato dovrà fare riferimento (cfr. Figura 208).
- **Sporgenza del magrone:** è possibile indicare la sporgenza del magrone rispetto alla larghezza della base della trave di fondazione. Tale sporgenza, in pratica, aumenta simmetricamente la larghezza trasversale  $B$  della superficie di interazione suolo-struttura alla Winkler, riducendo così le tensioni di reazione del suolo.
- **Suolo:** è necessario selezionare il tipo di interazione suolo-struttura che dovrà assumere l’elemento tipo fondazione. In particolare è possibile scegliere se l’interazione suolo-struttura è di tipo elastico-lineare reagente a trazione, ovvero non reagente a trazione: nel primo caso selezionare l’opzione “elastico-lineare”, mentre nel secondo caso scegliere l’opzione “non reagente a trazione”. Tale scelta influirà sulla risposta non lineare della struttura che si intende modellare. In entrambi i casi è necessario immettere il relativo valore della costante di Winkler, dedotto secondo le usuali correlazioni note nell’ambito dell’ingegneria geotecnica.

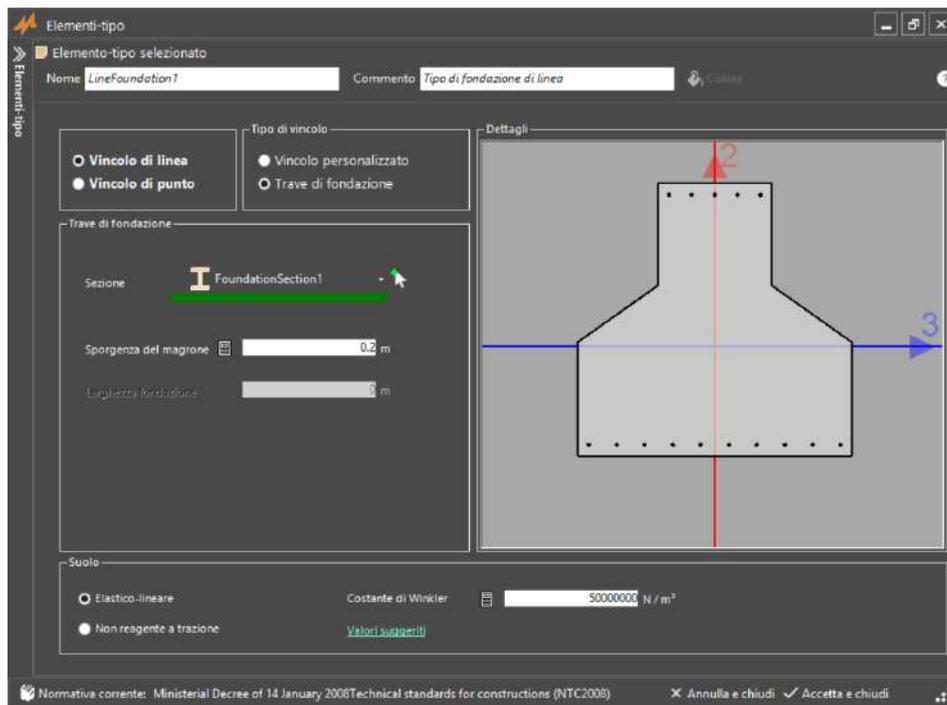


Figura 208. Definizione dell'elemento-tipo fondazione come vincolo di linea (trave fondazione)



## APPROFONDIMENTO

Ai vincoli può essere assegnata una cedevolezza elastica per simulare l'eventuale cedevolezza del terreno. In tal caso l'interfaccia sarà vincolata mediante due molle traslazionali secondo i gradi di libertà orizzontale  $U_x$  e verticale  $U_y$  e una rotazionale secondo il grado di libertà  $R_z$ . Tali grandezze sono riferite nel sistema di riferimento locale del pannello vincolato (questo sistema di riferimento coincide con quello dell'interfaccia). Indichiamo con:

$K_{U_x}$  = rigidezza della molla traslazionale in direzione orizzontale  $x$  nel sistema di riferimento locale del vincolo, espressa in N/m.

$K_{U_y}$  = rigidezza della molla traslazionale in direzione verticale  $y$  nel sistema di riferimento locale del vincolo, espressa in N/m.

$K_{R_z}$  = rigidezza della molla rotazionale, nel sistema di riferimento locale del vincolo, espressa in N m /rad

L'interfaccia utente richiede l'immissione delle suddette rigidezze, per unità di lunghezza del vincolo.

#### 4.3.5.5.2. DEFINISCI VINCOLO DI PUNTO

**Tipo di Vincolo:** definisce la tipologia del vincolo. E' possibile selezionare una delle due opzioni:

- vincolo personalizzato
- plinto di fondazione.

Nel primo caso (vincolo personalizzato), come già visto per il vincolo di linea, vanno definiti i vincoli per ciascun grado di libertà ( $U_x$ ,  $U_y$ ,  $U_z$ ,  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ ), scegliendo tra vincolo *fisso*, *libero* o *cedevole*, e, in quest'ultimo caso, assegnando il corrispondente valore di rigidezza.

E' opportuno precisare che i gradi di libertà per questo tipo di vincolo sono da intendersi nel sistema di riferimento globale.

Nel secondo caso, invece vanno definite le caratteristiche geometriche della sezione in pianta del plinto (denominati come *base* e *altezza* del plinto). In tal caso i vincoli traslazionali in direzione orizzontale  $x$  e  $y$ , vengono modellati come due carrelli, mentre il vincolo traslazionale verticale è assimilabile a una molla, la cui rigidezza è funzione della costante di Winkler e delle dimensioni in pianta del plinto stesso.

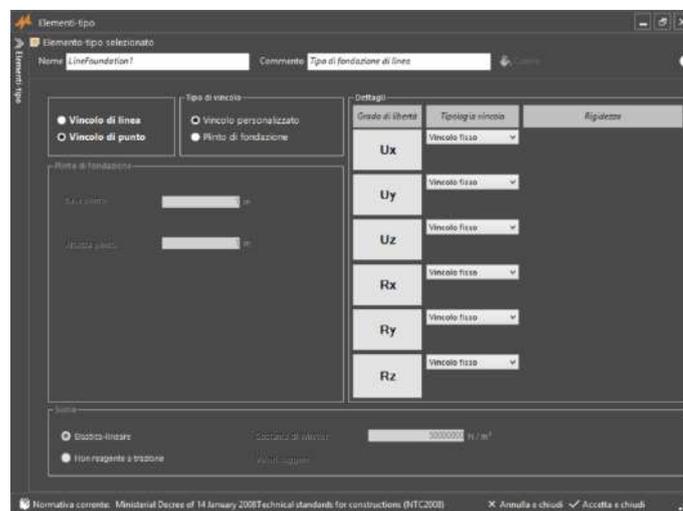


Figura 209. Definisci elemento-tipo fondazione come vincolo di punto personalizzato.

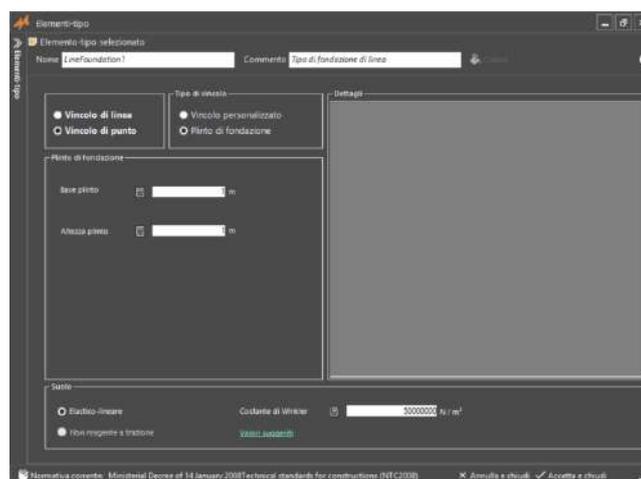


Figura 210. Definisci elemento-tipo fondazione come vincolo di punto (plinto).

#### 4.3.6. DEFINISCI TERRENI

COMANDO: MENU DEFINISCI>TERRENI

Il comando **definisci terreni**, attivo solo per chi dispone del Modulo **3DM GEO**, permette la caratterizzazione fisica e geotecnica dei litotipi rilevati in situ.

Per i dettagli sulle funzionalità disponibili si rimanda al Manuale Utente Geotecnico, al par. 2.2.

#### 4.3.7. DEFINISCI STRATIGRAFIE

COMANDO: MENU DEFINISCI>STRATIGRAFIE

Il comando **definisci stratigrafie**, attivo solo per chi dispone del Modulo **3DM GEO**, permette la caratterizzazione delle stratigrafie del terreno al di sotto del piano di fondazione. In funzione delle caratteristiche qui definite vengono operate le verifiche di tipo geotecnico. E' possibile definire uno o più strati di terreno, prevedere la presenza di falda, in condizioni drenate o non drenate, e settare le opzioni di verifica allo SLU e allo SLE.

Per i dettagli sulle funzionalità disponibili si rimanda al Manuale Utente Geotecnico, al par.2.3.

#### 4.3.8. DEFINISCI CARICHI

COMANDO: MENU DEFINISCI>CARICHI

La definizione dei carichi comprende diverse sezioni, che consentono di definire i carichi che verranno applicati sugli elementi strutturali del modello. È possibile accedere alla definizione delle "condizioni di carico", la cui definizione verrà ampiamente descritta nell'apposito paragrafo (cfr. § 4.3.8.1), ed è possibile accedere alla finestra di definizione vera e propria dei carichi (di area, di linea o di punto). Inoltre, sempre da questo menu, è possibile definire i carichi da vento (cfr. § 4.3.8.4) e le spinte delle terre.

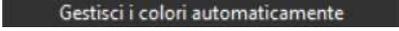
Per quanto riguarda i carichi di area, di linea e di punto, la finestra si compone in due sezioni:

- la sezione a sinistra contiene la "lista dei carichi" definiti e la barra dei menu per introdurre o eliminare i carichi (descritto nel seguito);
- la sezione a destra permette di modificare le proprietà del carico selezionato.

In basso è visualizzata la normativa adottata (selezionata nella scheda "Impostazioni generali", cfr. § 4.2.1), e a destra i bottoni "Annulla e chiudi" (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e "Accetta e chiudi" (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

In basso a sinistra è visualizzata l'unità di misura rispetto alla quale sono visualizzati i valori delle intensità dei carichi .

Attraverso la "lista dei carichi" è possibile eseguire le seguenti operazioni:

- definire un nuovo carico (selezionando una cella vuota ed inserendo il nome: tale nome dovrà essere privo di spazi);
- cancellare un carico definito dalla lista (selezionando il nome e premendo il tasto "canc" ovvero cliccando sul bottone );
- modificare il nome di un carico della lista (selezionando il carico ed editando il nome);
- accedere alla scheda delle proprietà del carico (selezionandolo in elenco);
- impostare automaticamente i colori per ciascun carico definito (selezionando dal menu a tendina  il comando .

I carichi agenti sulla struttura possono essere definiti attraverso i seguenti comandi:

- **Condizioni di carico:** insieme delle condizioni di carico elementari, sugli elementi strutturali (solai e travi)
- **Carico di area:** insieme di carichi agenti in modo uniforme su un elemento solaio
- **Carico di linea:** insieme di carichi agenti in modo uniforme su un elemento trave

- **Carico di punto:** insieme di carichi agenti in modo uniforme su un punto

Inoltre, mediante il comando **carichi da vento** è possibile definire e considerare le corrispondenti pressioni del vento, valutate in funzione dei dati specifici richiesti nella corrispondente finestra (cfr. par. 4.3.8.4). In maniera analoga è possibile definire le **spinte delle terre**, mediante l'apposito comando (cfr. par. 4.3.8.5).

È importante far rilevare che ciascun tipo di carico (di area, di linea e di punto) è associabile al corrispondente tipo di elemento:

Tipo di carico	Tipo di elemento
Carico di area	Solaio
Carico di linea	Trave
Carico di punto	Punto generico del modello

Selezionando uno dei carichi di area, linea o punto dal menu **Definisci**, nella corrispondente finestra è presente sulla sinistra la lista dei carichi definiti, che elenca i carichi definiti per ciascuna tipologia di carico, selezionando il tipo dal relativo menu a tendina (carico di area, carico di linea, carico di punto).



Figura 211. Lista dei carichi definiti

Per ciascun tipo di carico è possibile:

- definire un nuovo carico (selezionando una cella vuota ed inserendo il nome; tale nome non deve contenere spazi);
- cancellare un carico dalla lista (selezionando il nome del carico e premendo il tasto CANC dalla tastiera ovvero cliccando sul bottone  Elimina carico);
- modificare il nome di un carico della lista (selezionando ed editando il nome);
- accedere alla scheda delle proprietà del carico (selezionando il nome del carico in elenco).

#### 4.3.8.1. DEFINISCI CONDIZIONI DI CARICO

COMANDO: MENU DEFINISCI > CARICHI > CONDIZIONI DI CARICO

La finestra definisci condizioni di carico consente di definire le condizioni di carico elementari, utili per poter assegnare rapidamente i coefficienti di combinazione dei carichi nell'ambito della definizione dei carichi sugli elementi strutturali, ossia sui solai e sulle travi (cfr. § 4.3.8). Le condizioni di carico di default sono di seguito riportate. Esse non possono essere rinominate né eliminate.

- **Gravity:** pesi propri degli elementi strutturali calcolate automaticamente da 3DMacro®.
- **Permanenti Strutturali:** carichi permanenti derivanti da pesi strutturali, quali ad esempio, elementi secondari non inseriti esplicitamente nel modello.
- **Permanenti Non Strutturali:** carichi permanenti derivanti da elementi non strutturali, quali peso di pavimenti, rivestimenti, tramezzature, etc...
- **Permanenti Non Strutturali compiutamente definiti:** carichi permanenti derivanti da elementi non strutturali, dei quali si conosce l'esatta intensità e l'esatta collocazione. A tali carichi verranno applicati i medesimi coefficienti parziali dei carichi permanenti strutturali.

- **Sovraccarichi** (precedentemente noti come carichi variabili): sovraccarichi di tipo “antropico”, derivanti da una specifica destinazione d’uso della struttura o di parti di essa.
- **Concentrati**
- **Vento**: azioni dovute al vento.
- **Spinta delle terre**: azioni dovute alla spinta del terreno.
- **Spostamenti**: spostamenti imposti.

Oltre a quelle sopra elencate possono essere aggiunte ulteriori condizioni di carico, personalizzate secondo le esigenze dell’utente. Tale necessità si può manifestare nel caso in cui si debbano introdurre carichi di tipo diverso, rispetto a quelli elencati superiormente, quali ad esempio i carichi variabili da neve, dove i coefficienti di combinazione sono comunque diversi rispetto a quelli definiti per i carichi variabili di tipo “antropico” dalla normativa adottata. Tale scelta, pertanto, condiziona le combinazioni di carico rispetto alle quali verranno svolte le analisi (cfr. § 4.3.9).

I comandi disponibili per gestire le condizioni di carico aggiuntive sono:

- **Aggiungi Condizione Variabile**: aggiunge una nuova condizione di carico;
- **Elimina**: elimina la condizione di carico selezionata;
- **Ripristina**: reimposta le condizioni di carico a quelle di default;
- **Chiudi**: chiude la finestra e salva le modifiche apportate.



Figura 212. Finestra definisci condizioni di carico

Ciascuna condizione di carico aggiuntiva può essere personalizzata dall’utente, scegliendo le rispettive opzioni:

- **Includi nelle Analisi Statiche SLU/SLE**: aggiunge la condizione di carico tra quelle da considerare per le verifiche allo SLU e SLE;
- **Carico Sismico**: aggiunge la condizione di carico tra quelle da considerare per l’analisi Vert propedeutica alle analisi pushover. Di conseguenza i carichi corrispondenti verranno applicati anche durante le analisi pushover, contribuendo a formare la massa sismica dell’edificio;
- **Spostamenti/Cedimenti**: aggiunge la condizione solo per le analisi di tipo “Spostamenti”

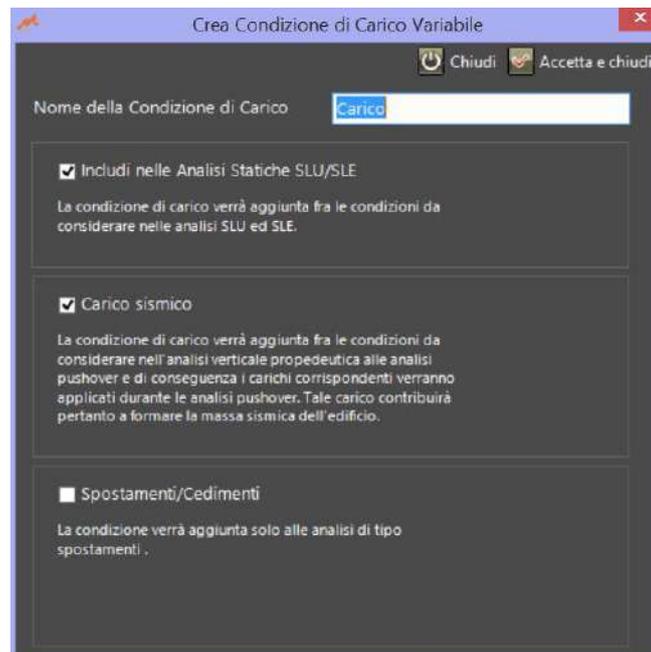


Figura 213. Finestra crea condizioni di carico variabili

#### 4.3.8.2. CARICO DI AREA

Descrizione		Carico di area		
Voce di carico	Condizione di carico	Tipo	Valore	Destinazione d'uso
Peso proprio	Gravity		(peso del solaio)	
var	Variabili	I. Coperture	2000 N/m <sup>2</sup>	I. Coperture praticabili
*			0 N/m <sup>2</sup>	Personalizzata

A. Ambienti ad uso residenziale  
 B. Uffici  
 C. Ambienti suscettibili di affollamento  
 D. Ambienti ad uso commerciale  
 E. Aree per immagazzinamento, uso  
 F. Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico  
 G. Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico  
 H. Coperture accessibili per sola marcia  
 I. Coperture praticabili  
 K. Coperture per usi speciali (impianti Vento, Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.), Neve (a quota > 1000 m s.l.m.))

Figura 214. Finestra definisci carichi di area. Carico su solaio di copertura

La parte superiore della scheda permette la modifica e la visualizzazione dei seguenti parametri:

- **Nome:** visualizza il nome del carico. Tale nome non deve contenere spazi.
- **Colore:** è possibile associare a ciascun carico un colore.
- **Elimina voci di carico:** selezionando nella tabella sottostante una voce di carico definita dall'utente ne permette la sua cancellazione. Analoga operazione è attuabile premendo il tasto "CANC" dalla tastiera previa selezione della relativa voce di carico. Non è possibile avviare tale procedura per i carichi definiti di default, quale il peso proprio.
- **Descrizione:** è possibile dare una descrizione estesa del carico.

Il carico di tipo area definisce la somma delle intensità dei carichi elementari (voci di carico) che gravano sui solai. Pertanto la scheda proprietà del carico di area selezionato, è costituita da una tabella ove ciascuna riga consente l'inserimento di una distinta voce di carico elementare (peso proprio, variabile, etc...). Per ogni voce di carico selezionata, in fondo alla tabella viene visualizzato un commento che riassume le caratteristiche del carico elementare corrispondente. Le colonne della tabella consentono di specificare, per ogni voce di carico elementare, l'intensità del carico ed i coefficienti di combinazione secondo la normativa adottata:

- **Voce di carico:** il nome della voce di carico elementare (peso proprio, peso pavimento, peso tramezzi, carico accidentale, etc...). La prima voce è fissa e rappresenta il peso proprio del solaio che verrà valutato automaticamente dal programma.
- **Condizione di carico:** è necessario indicare se la voce di carico elementare è di tipo "permanente" ovvero "variabile" o selezionare una delle condizioni di carico definite dall'utente (cfr. § 4.3.8.1).
- **Tipo:** nel caso in cui sia stato selezionato "variabile" nella precedente colonna "Condizione di carico", è necessario indicare la tipologia dell'ambiente in cui il solaio è inserito. Ciò consente di attribuire il valore dell'intensità del carico variabile secondo la normativa adottata.
- **Valore:** è il valore dell'intensità del carico valutato secondo la normativa adottata per il tipo di ambiente selezionato. È possibile variare tale valore secondo le scelte del progettista.
- **Destinazione d'uso:** nel caso in cui sia stato selezionato "variabile" nella colonna "Condizione di carico", è necessario indicare la destinazione d'uso dell'ambiente in cui il solaio è inserito. Ciò consente l'attribuzione dei coefficienti di combinazione secondo la normativa adottata.
- **Coefficienti di combinazione:** visualizza i coefficienti di combinazione dei carichi secondo la normativa adottata. Cliccando sul testo è possibile modificare dei coefficienti attraverso l'apertura di una finestra specifica.

In tale finestra è possibile: selezionare dal menu a tendina la destinazione d'uso dei locali, in funzione della quale, vengono calcolati automaticamente da normativa i coefficienti (per le combinazioni SLU/SLE e sismiche); oppure selezionare la voce "personalizzata", che consente di inserire manualmente i valori dei coefficienti di combinazione.

Figura 215. Scheda coefficienti di combinazione dei sovraccarichi

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00

<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>				
C	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad altri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	
Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	<b>Coperture</b>			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.



### ATTENZIONE

È vivamente sconsigliato modificare manualmente i valori dei coefficienti di combinazione, a meno che i coefficienti di combinazione debbano essere personalizzati in corrispondenza di situazioni particolari.

Nella parte inferiore della finestra, cliccando sul pulsante **“Anteprima”**, viene riportata su ciascuna scheda l’anteprima del carico totale (escluso il peso proprio del solaio), relativo alle diverse combinazioni, sismiche e non sismiche (SLU e SLE), previste in normativa.



Figura 216. Scheda che riporta il carico totale nella combinazioni di carico sismica.



Figura 217. Scheda che riporta il carico totale nella combinazioni di carico allo SLU.



Figura 218. Scheda che riporta il carico totale nella combinazioni di carico allo SLE.

#### 4.3.8.2.1. ESEMPIO 1: CARICO SU SOLAIO PER CIVILE ABITAZIONE

A titolo di esempio, con riferimento alle NTC di cui al D.M. 17.01.2018, si illustra come può essere definito un tipico carico di area per solaio di civile abitazione:

- Selezionare il primo rigo della lista dei carichi definiti (posta a sinistra) e digitare, al posto del nome di default “Area1”, il nome del tipo di carico senza spazi: nell’esempio “CaricoP1”.
- Nella scheda proprietà del carico di area selezionato (posta a destra) è possibile inserire una descrizione più completa del carico che si sta definendo, per esempio “Carico per civile abitazione dei solai del primo piano”.
- Nella tabella (in basso a destra) è possibile aggiungere le voci di carico e che dovranno costituire il carico. La prima voce è fissa e rappresenta il peso proprio del solaio che verrà valutato automaticamente dal programma. Le altre voci di carico possono essere aggiunte come segue:
  - Sovraccarico:
    - Digitare nel secondo rigo della colonna “Voce di carico” il nome “Carico accidentale”, per aggiungere la condizione di carico elementare associata ai carichi variabili dipendenti dalla destinazione d’uso del solaio.
    - Selezionare dal menu a tendina, nella contermine colonna “Condizione di carico”, il tipo di carico elementare “Variabili”.



- **Carico da neve:**
  - Prima di definire in questa finestra il carico da neve è necessario aver definito la condizione di carico elementare "Neve" nella finestra "definisci condizioni di carico" (cfr. § 4.3.8.1).
  - Digitare nel terzo rigo della colonna "Voce di carico" il nome "Neve".
  - Selezionare dal menu a tendina, nella contermine colonna "Condizione di carico", il tipo di carico elementare "Neve" (cfr. § 4.3.8.1).
  - Digitare nella colonna "Valore" l'intensità trasmessa dal carico da neve pari a 62 kgf/m<sup>2</sup>, previa selezione dal menu a tendina l'unità di misura kgf/m<sup>2</sup> . Tale valore è da intendersi indicativo in quanto deve scaturire da una attenta analisi dei carichi per il sito e per la copertura dell'edificio in questione.
  - Selezionare dal menu a tendina, nella colonna "Destinazione d'uso", il tipo di destinazione d'uso "Neve (a quota < 1000 m.s.l.m.)". In tal modo verranno assegnati in automatico i coefficienti di combinazione i cui valori saranno visualizzati nella colonna a destra.
  
- **Carico da vento:**
  - Prima di definire in questa finestra il carico da vento è necessario aver definito la condizione di carico elementare "Vento" nella finestra "definisci condizioni di carico" (cfr. § 4.3.8.1).
  - Digitare nel terzo rigo della colonna "Voce di carico" il nome "Vento".
  - Selezionare dal menu a tendina, nella contermine colonna "Condizione di carico", il tipo di carico elementare "Vento".
  - Digitare nella colonna "Valore" l'intensità trasmessa dal carico da vento pari a 50 kgf/m<sup>2</sup>, previa selezione dal menu a tendina l'unità di misura kgf/m<sup>2</sup> . Tale valore è da intendersi indicativo in quanto deve scaturire da una attenta analisi dei carichi da vento per il sito e per l'edificio in questione.
  - Selezionare dal menu a tendina, nella colonna "Destinazione d'uso", il tipo di destinazione d'uso "Vento". In tal modo verranno assegnati in automatico i coefficienti di combinazione i cui valori saranno visualizzati nella colonna a destra.

#### 4.3.8.3. CARICO DI LINEA E DI PUNTO

Analogamente a quanto esposto superiormente per i carichi di area, è possibile definire i **carichi di linea** da assegnare alle aste (ossia alle travi, cordoli) e i **carichi di punto** (o concentrati) da assegnare su un punto generico del modello. Contrariamente a quanto accade per i carichi di area, il valore caratteristico del carico variabile, in questo caso deve, essere necessariamente inputato dall'utente e non viene suggerito dal programma, giacchè i valori proposti dalle Norme Tecniche si riferiscono ai carichi di area.

I coefficienti di combinazione per i carichi variabili sono sempre quelli proposti dalle Normative Tecniche utilizzate. Essi vengono proposti in base alla scelta della destinazione d'uso.

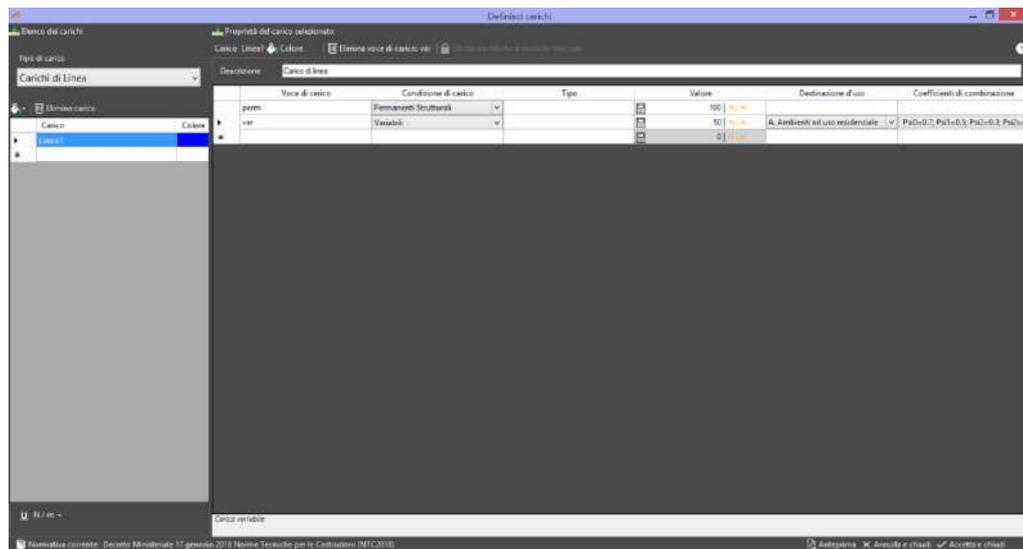


Figura 220. Finestra definisci carichi di linea.

#### 4.3.8.4. CARICO DA VENTO

Questa finestra consente di definire i carichi da vento, che vengono ricondotti convenzionalmente ad azioni statiche equivalenti, costituite da pressioni agenti normalmente alle superfici degli elementi che compongono la costruzione.

Detta finestra si compone di tre schede, ciascuna delle quali consente di definire i **dati** necessari per valutare le pressioni del vento, di visualizzare i **dettagli** (coefficienti significativi) e le relative **pressioni** in corrispondenza delle quote degli impalcati, che compongono l'edificio.

Se si vuole considerare l'effetto del carico da vento occorre innanzitutto selezionare la voce "Considera carico da vento", sarà così possibile assegnare tutti i dati che caratterizzano il sito di costruzione.



Figura 221. Finestra definisci carico da vento.

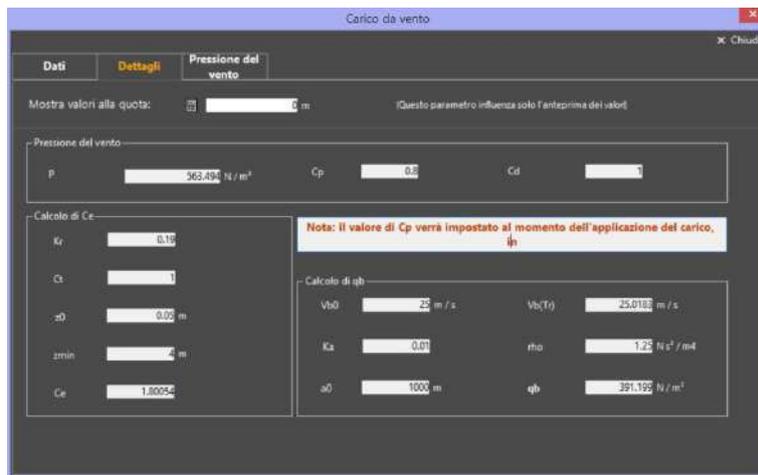


Figura 222. Finestra definisci carico da vento: dettagli.

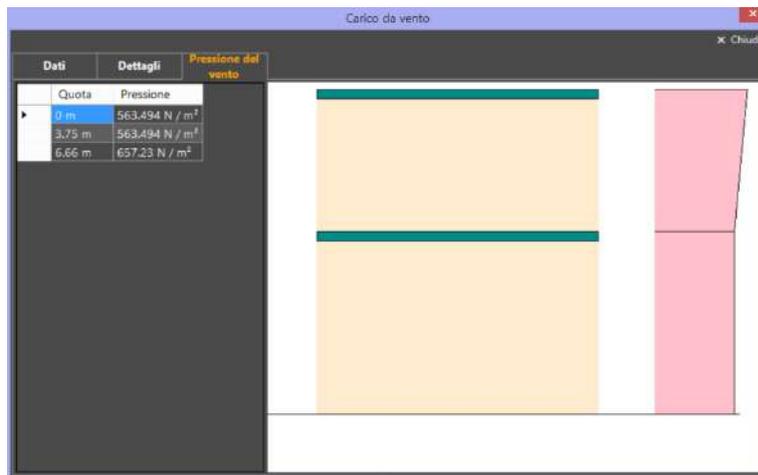


Figura 223. Finestra definisci pressione del vento.

#### 4.3.8.5. SPINTE DELLE TERRE

COMANDO: MENU **DEFINISCI**>**CARICHI** >**SPINTE DELLE TERRE**

La finestra Definisci Spinte delle Terre si compone di due sezioni principali:

- La sezione a sinistra contiene la lista delle Spinte definite e la barra dei menu per introdurre, eliminare o duplicare le spinte della lista (come descritto nel seguito);
- La sezione a destra permette di modificare le caratteristiche della spinta delle terre selezionata.

In basso è visualizzata la normativa adottata selezionata nella scheda "Impostazioni generali, e a destra i bottoni Annulla e chiudi (chiude la finestra senza salvare nessuna modifica) e Accetta e chiudi (chiude la finestra e salva le modifiche apportate).

Nella sezione a sinistra della presente finestra è possibile:

- definire una nuova spinta delle terre (selezionando una cella vuota ed inserendo il nome);
- cancellare una spinta definita dalla lista (selezionando l'elemento e premendo il tasto "canc" ovvero cliccando sul bottone );
- modificare il nome di una spinta della lista (selezionando l'elemento ed editando il nome);
- accedere alla scheda delle proprietà della spinta (selezionando l'elemento in elenco);
- impostare automaticamente i colori per ciascuna spinta definita (selezionando dal menu a tendina  il bottone  Gestisci i colori automaticamente).

È possibile nascondere la lista delle spinte delle terre definite, cliccando sul bottone . Per visualizzarla nuovamente basta cliccare sul bottone in alto a sinistra, che riporta l'etichetta scritta in verticale 'Spinte delle Terre'.

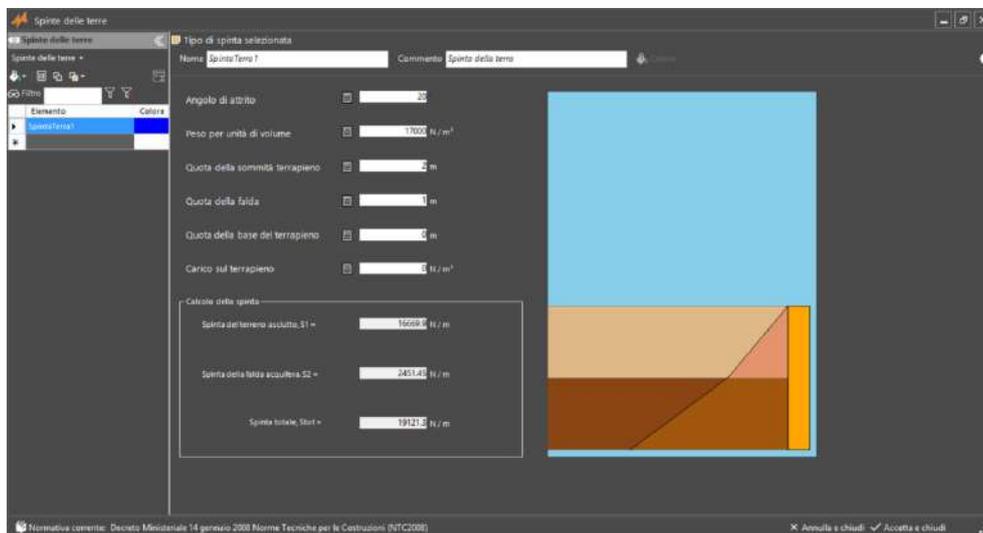


Figura 224. Definisci spinta delle terre

La parte superiore della scheda permette la modifica e la visualizzazione dei seguenti parametri:

- **Nome:** visualizza il nome del carico. Tale nome non deve contenere spazi;
- **Commento:** ove è possibile dare una descrizione estesa del tipo di terreno;
- **Colore:** è possibile associare a ciascun carico un colore.

Nella parte inferiore della finestra vanno inseriti tutti i parametri utili a calcolare la spinta del terreno, interagente con la muratura:

- **Angolo di attrito:** angolo di attrito interno del terreno interagente con la muratura;

- **Peso per unità di volume:** peso specifico del terreno asciutto
- **Quota della sommità terrapieno:** quota della sommità del terrapieno, rispetto alla base della parete;
- **Quota della falda:** quota della falda, rispetto alla base della parete;
- **Quota della base del terrapieno:** quota della base del terrapieno, rispetto alla base della parete;
- **Carico sul terrapieno:** entità del carico distribuito sul terrapieno.

In funzione dei parametri sopra definiti, viene automaticamente calcolata la spinta del terreno e riportati i vari contributi delle spinte sulla parete, riportati nel groupbox “Calcolo della spinta” e precisamente:

- **Terreno asciutto:** spinta del terreno asciutto;
- **Terreno saturo:** spinta del terreno saturo (considerando la presenza della falda);
- **Acqua:** spinta dovuta alla falda;
- **Totale:** spinta totale, data dalla somma dei contributi suddetti.

Nella visualizzazione grafica riportata a destra, vengono anche rappresentate le pressioni del terreno sulla parete.

#### 4.3.9. DEFINISCI ANALISI

COMANDO: MENU DEFINISCI>ANALISI

Questo comando apre la finestra di definizione delle analisi statiche non lineari (ossia analisi statiche incrementali a controllo di forza o di spostamento).

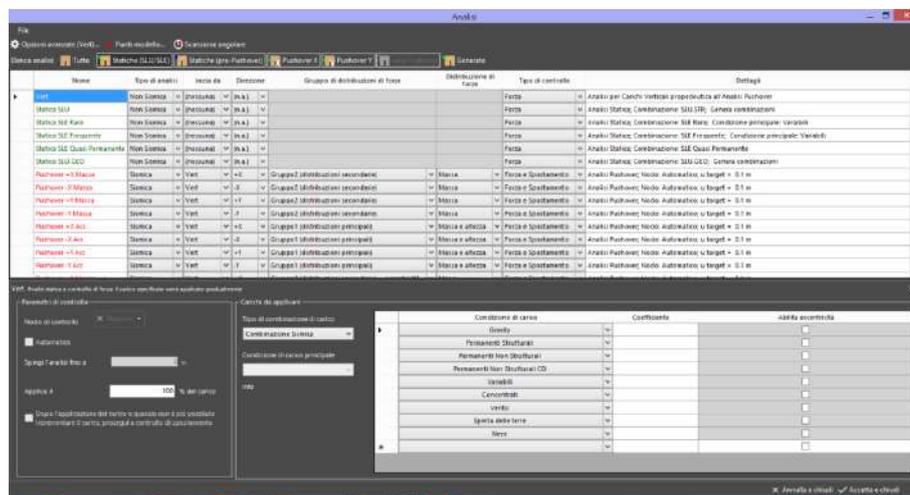


Figura 225. Finestra di definizione delle analisi pushover statiche, non sismiche e sismiche.

La finestra si divide in tre parti ed è composta superiormente da una toolbar, al centro da una tabella, inferiormente da vari riquadri per la gestione delle proprietà dell'analisi.

La toolbar in alto consente di: gestire (per ciascuna analisi o per un insieme di esse) le **Opzioni avanzate** (cfr. § 4.3.9.2); visualizzare i parametri caratteristici dei **punti modello** (cfr. § 4.3.9.1); definire i gruppi di analisi per le analisi a **Scansione angolare** (cfr. § 4.3.9.3).



Figura 226. Toolbar di definizione opzioni analisi, punti modello e scansione angolare e filtri di gestione dell'elenco delle analisi.

La toolbar è inoltre costituita da bottoni che consentono di filtrare la visualizzazione delle analisi nella tabella centrale:

- **Tutte:** visualizza tutte le analisi definite
- **Statiche (SLU/SLE):** visualizza (o nasconde) le analisi statiche non sismiche (SLU ed SLE Rara, Frequente e Quasi-Permanente)
- **Statiche (Pre-Pushover):** visualizza (o nasconde) le analisi statiche non sismiche pre-pushover
- **Pushover X:** visualizza le analisi sismiche in direzione X
- **Pushover Y:** visualizza le analisi sismiche in direzione Y
- **Altre Pushover:** visualizza le analisi sismiche nelle altre direzioni
- **Opzioni avanzate:** apre la finestra opzioni avanzate dell'analisi corrente (cfr. § 4.3.9.2)
- **Generate:** mostra o nasconde le analisi generate dalle combinazioni delle azioni variabili. Queste analisi sono visibili in questa finestra solo dopo il loro lancio.

La tabella centrale consente di impostare alcune proprietà per l'esecuzione delle analisi.

Nome	Tipi di azioni	Modello da	Direzione	Gruppo di distribuzione di forze	Distribuzione di forze	Tipi di controllo	Impostazioni
Vert	Non Sismica	Predefinito	M.A.J.			Forza	Analisi per Carichi Verticali proporzionali all'Analisi Pushover
Statica SLU	Non Sismica	Predefinito	M.A.J.			Forza	Analisi Statica; Combinazione: SLU STR; Coefficiente combinazione
Statica SLU Rara	Non Sismica	Predefinito	M.A.J.			Forza	Analisi Statica; Combinazione: SLU Rara; Coefficiente combinazione Variabili
Statica SLU Frequente	Non Sismica	Predefinito	M.A.J.			Forza	Analisi Statica; Combinazione: SLU Frequente; Coefficiente combinazione Variabili
Statica SLU Quasi-Permanente	Non Sismica	Predefinito	M.A.J.			Forza	Analisi Statica; Combinazione: SLU Quasi-Permanente
Statica SLU GEO	Non Sismica	Predefinito	M.A.J.			Forza	Analisi Statica; Combinazione: SLU GEO; Coefficiente combinazione
Pushover -> X Massa	Sismica	Vert	X	Gruppo di distribuzioni secondarie	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Node: Automazione; u/Bergel = 0.1 m
Pushover -> Y Massa	Sismica	Vert	Y	Gruppo di distribuzioni secondarie	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Node: Automazione; u/Bergel = 0.1 m
Pushover -> Altre Massa	Sismica	Vert	Z	Gruppo di distribuzioni secondarie	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Node: Automazione; u/Bergel = 0.1 m
Pushover -> X	Sismica	Vert	X	Gruppo di distribuzioni principali	Massa e altezza	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Node: Automazione; u/Bergel = 0.1 m
Pushover -> Y	Sismica	Vert	Y	Gruppo di distribuzioni principali	Massa e altezza	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Node: Automazione; u/Bergel = 0.1 m
Pushover -> Altre	Sismica	Vert	Z	Gruppo di distribuzioni principali	Massa e altezza	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Node: Automazione; u/Bergel = 0.1 m

Figura 227. Tabella definizione delle analisi.

Ciascuna riga individua una distinta analisi. Le analisi definite automaticamente dal software sono:

- **Vert:** indica un'analisi statica per i carichi gravitazionali.
- **Statica SLU:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, combinati applicando i coefficienti di combinazione e quelli parziali per le azioni, previsti per le verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR).
- **Statica SLU (GEO):** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, combinati applicando i coefficienti di combinazione e quelli parziali per le azioni, previsti per le verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU) di tipo geotecnico (GEO).
- **Statica SLE Rara:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, adottando una combinazione rara (o caratteristica), impiegata generalmente per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) irreversibili.
- **Statica SLE Frequente:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, adottando una combinazione frequente, impiegata generalmente per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio reversibili (SLE).
- **Statica SLE Quasi-Permanente:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, adottando una combinazione quasi permanente, impiegata generalmente per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio, per gli effetti a lungo termine (SLE).
- **Pushover-X Massa:** indica un'analisi pushover per una distribuzione di forze orizzontali proporzionali alla massa (di ciascun piano dell'edificio) nel verso delle X positive.

- **Pushover-X Massa:** analisi pushover proporzionale alla massa nel verso delle X negative).
- **Pushover+Y Massa:** analisi pushover proporzionale alla massa nel verso delle Y positive.
- **Pushover-Y Massa:** analisi pushover proporzionale alla massa nel verso delle Y negative.
- **Pushover+X Acc:** indica un'analisi pushover per una distribuzione di forze orizzontali proporzionali all'altezza secondo una distribuzione di carico a forma triangolare, proporzionale alla massa e all'altezza, o caratteristica del modo principale di vibrare della struttura, nella direzione di carico prescelta, ossia nel verso delle X positive.
- **Pushover-X Acc:** analisi pushover con distribuzione triangolare nel verso delle X negative.
- **Pushover+Y Acc:** analisi pushover con distribuzione triangolare nel verso delle Y positive..
- **Pushover-Y Acc:** analisi pushover con distribuzione triangolare nel verso delle Y negative.
- **Pushover+X Massa ±e:** indica le analisi pushover per una distribuzione di forze orizzontali proporzionali alla massa (di ciascun piano dell'edificio) nel verso delle X positive con eccentricità aggiuntive previste dalla normativa, nel verso positivo e negativo. Analogamente per le **Pushover-X Massa ±e** (nel verso delle X negative, per le **Pushover+Y Massa ±e** (nel verso delle Y positive) e per le **Pushover-Y Massa ±e** (nel verso delle Y negative).
- **Pushover+X Acc ±e:** indica le analisi pushover per una distribuzione di forze orizzontali proporzionali all'altezza secondo una distribuzione di carico a forma triangolare, proporzionale alla massa e all'altezza, o caratteristica del modo principale di vibrare della struttura, nella direzione di carico prescelta, ossia nel verso delle X positive e con eccentricità aggiuntive previste dalla normativa, nel verso positivo e negativo. Analogamente per le **Pushover-X Acc ±e** (nel verso delle X negative, per le **Pushover+Y Acc ±e** (nel verso delle Y positive) e per le **Pushover-Y Acc ±e** (nel verso delle Y negative).
- **Pushover biassiali (±1.00 Ex ± 0.30 Ey o (±0.30 Ex ± 1.00 Ey)** per i vari gruppi di forze, (di tipo Mass, di tipo Acc) indicano analisi statiche non-lineari biassiali, che tengono conto della variabilità spaziale della azione sismica. Analisi biassiali in cui al 100% di Ex (o di Ey) si aggiunge il 30% di Ey (o di Ex) in verso positivo o negativo. Per queste analisi non vengono definite analisi biassiali con eccentricità aggiuntiva.

Name	Analysis type	Start from	Direction	Force distribution group	Force distribution	Control type	Details
Pushover +1.00Ex +0.30Ey	Not Seismic	Vert	+1.00Ex +0.30Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m
Pushover +0.30Ex +1.00Ey	Not Seismic	Vert	+0.30Ex +1.00Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m
Pushover -0.30Ex +1.00Ey	Not Seismic	Vert	-0.30Ex +1.00Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m
Pushover -1.00Ex +0.30Ey	Not Seismic	Vert	-1.00Ex +0.30Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m
Pushover +1.00Ex -0.30Ey	Not Seismic	Vert	+1.00Ex -0.30Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m
Pushover +0.30Ex -1.00Ey	Not Seismic	Vert	+0.30Ex -1.00Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m
Pushover -0.30Ex -1.00Ey	Not Seismic	Vert	-0.30Ex -1.00Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m
Pushover +1.00Ex -0.30Ey	Not Seismic	Vert	+1.00Ex -0.30Ey	Group2 (secondary distributions)	Mass	Force and Displacement	Pushover Analysis; Node: Automatic; u target 0.1 m

Figura 228. Pannello di definizione delle analisi da eseguire – Force distribution group di tipo "Mass".

Vengono distinte le **analisi sismiche** da quelle **non sismiche**.

Le **analisi non sismiche** sono quelle in cui la struttura è soggetta ad azioni statiche, diverse da quella sismica, dovute cioè all'azione dei carichi gravitazionali, ovvero al carico della neve, al carico del vento, etc...

Tali analisi sono condotte per la **verifica degli stati limite** prescritti dalla normativa adottata, ovvero per la valutazione dello stato di sollecitazione della struttura, da tenere in conto come configurazione iniziale del modello in sede di analisi sismica, in conformità a quanto prescritto dalla normativa adottata.

In particolare viene generata automaticamente un’analisi denominata “Vert”, che considera tutti i carichi di tipo gravitazionale. Le analisi pushover sismiche, secondo le impostazioni di default, vengono eseguite a partire dall’ultimo passo della “Vert”.

Nei casi in cui si voglia eseguire le analisi pushover sismiche, tenendo conto della configurazione deformata, dovuta a cedimenti fondali o spostamenti imposti, (cfr. § 1.8) occorre impostare come analisi di partenza l’analisi a “spostamenti”. Quest’ultima inizia sempre a partire dall’ultimo passo della “Vert”.

Nome	Tipo di analisi	Inizia da	Direzione	Gruppo di distribuzioni di forze	Distribuzione di forze
Vert	Non Sismica	(nessuna)	+X		
Statica SLU	Non Sismica	(nessuna)	+X		
Statica SLE Rara	Non Sismica	(nessuna)	+X		
Statica SLE Permanente	Non Sismica	(nessuna)	+X		
Statica SLE Quasi Permanente	Non Sismica	(nessuna)	+X		
Statica SLE GED	Non Sismica	(nessuna)	+X		
Pushover -> X Massa	Sismica	Spostamenti	+X	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa
Pushover -> Y Massa	Sismica	Vert	+X	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa
Pushover -> Z Massa	Sismica	Vert	+Y	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa
Pushover -> X Triang	Sismica	Vert	+X	Gruppo1 (distribuzioni principali)	Massa e altezza
Pushover -> Y Triang	Sismica	Vert	+Y	Gruppo1 (distribuzioni principali)	Massa e altezza
Pushover -> Z Triang	Sismica	Vert	+Z	Gruppo1 (distribuzioni principali)	Massa e altezza
Spostamenti	Spostamenti		(na)		

Figura 229. Pannello di definizione delle analisi – Analisi per spostamenti

Le **analisi sismiche** sono quelle in cui la struttura è soggetta ad una distribuzione di forze orizzontali (proporzionali alla massa o al primo modo di vibrare dell’edificio nella direzione di carico considerata), che hanno lo scopo di simulare, in maniera approssimata, l’azione del sisma. Tali forze, almeno nelle opzioni predefinite, sono determinate in proporzione ai carichi dell’analisi di partenza che definisce la configurazione iniziale del modello. La combinazione di carico da applicare è tuttavia personalizzabile in accordo alle preferenze dell’utente. I risultati di tali analisi saranno elaborati dal **modulo stima della vulnerabilità** (cfr. § 11.1) per la **verifica sismica**.



## APPROFONDIMENTO

*Le analisi sismiche tengono conto dello stato di sollecitazione degli elementi murari dovuto ai carichi verticali, per poter determinare correttamente il valore della tensione tangenziale che determina lo snervamento degli elementi in muratura, secondo uno dei meccanismi possibili (taglio per scorrimento, taglio per fessurazione diagonale), in accordo al criterio di Mohr–Coulomb adottato. Analogamente 3DMacro® valuta nel corso delle analisi lo stato di sollecitazione delle aste, e nel caso dei pilastri, lo stato di sollecitazione durante l’analisi deve essere tale da rientrare nel dominio di resistenza della corrispondente sezione.*

3DMacro® definisce in automatico tutte le analisi necessarie per la verifica sismica dell’edificio: in particolare le analisi definite in automatico sono l’analisi per i carichi verticali – detta brevemente “Vert” – nonché tutte le analisi sismiche richieste dalla normativa adottata.

Nelle analisi non sismiche il criterio principale è rappresentato dalla percentuale di carico da raggiungere rispetto alla combinazione di carico prescelta. In particolare, nell’ambito delle verifiche

agli stati limite prescritti dalla normativa adottata, è possibile scegliere eventualmente, il carico principale (ossia la condizione di carico elementare principale), per la combinazione di carico prescelta: con riferimento alle NTC2018, tale scelta è richiesta nell'ambito della verifica allo "stato limite ultimo" e allo "stato limite di esercizio" per le combinazioni rara e frequente (cfr. § 2.5.3 D.M. 18.01.2018)

Nelle analisi sismiche il criterio principale è rappresentato principalmente dallo **spostamento ultimo** (detto anche *spostamento target*), che si intende raggiungere per la verifica della disponibilità di spostamento atteso. Le analisi verranno pertanto interrotte se un qualsiasi punto della struttura durante l'analisi raggiunge lo spostamento target. Un altro parametro importante è rappresentato dalla **percentuale del tagliante alla base** rispetto a quello massimo (impostato in base alle prescrizioni della normativa adottata, e personalizzabile dall'utente), riscontrato durante la fase a controllo di spostamento, il cui raggiungimento determina l'interruzione dell'analisi.



### IMPORTANTE

*I criteri di interruzione dell'analisi (spostamento target e percentuale di tagliante massimo alla base) possono essere disabilitati se, al momento dell'esecuzione dell'analisi, viene spuntata l'opzione 'Proseguì oltre gli stati limite'. Questa opzione consente di proseguire le analisi oltre i limiti impostati ed eventualmente gestire a posteriori la possibilità di fissare il collasso convenzionale della struttura, rispetto al quale viene gestita la verifica della vulnerabilità sismica della struttura.*

Ciascuna analisi sarà condotta in campo non lineare, a controllo di forza (FC) ed, eventualmente, a controllo di spostamento (DC): le forze, applicate nella direzione dell'analisi, verranno amplificate fino al raggiungimento del livello di forza specificato o fino all'impossibilità di applicare ulteriori incrementi di carico; se viene attivata l'opzione che impone di proseguire l'analisi a controllo di spostamento, questa proseguirà fino al raggiungimento dello spostamento target del nodo di controllo, o della percentuale del tagliante alla base impostata.

Inoltre ai sensi del § 7.2.6 delle NTC2018 è possibile eseguire analisi sismiche che applichino, ad ogni piano sismico, ulteriori eccentricità accidentali al baricentro delle masse, aggiuntive all'eccentricità della posizione del baricentro delle masse rispetto alla posizione del baricentro delle rigidità. La normativa infatti recita: "per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita una eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per i soli edifici ed in assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0,05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti".



### APPROFONDIMENTO

*Riguardo alle modalità di applicazione delle eccentricità accidentali, in corrispondenza degli orizzontamenti, è opportuno precisare che queste dipendono dal tipo di sezione solai definita. In particolare, mentre per solai infinitamente rigidi le azioni sismiche, con le relative eccentricità, vengono applicate in corrispondenza del baricentro geometrico, diversamente per quelli deformabili le azioni sismiche vengono applicate in corrispondenza di tutti i vertici dell'elemento e in corrispondenza del baricentro dell'elemento stesso (cfr. 4.3.5.4).*

*Nel caso di solai infinitamente rigidi le eccentricità aggiuntive vengono inserite applicando un momento pari a  $m = F \cdot e$ , in cui  $F$  è la risultante delle azioni sismiche relativa alla campata*

di solaio ed e l'eccentricità accidentale, pari al 5% della massima dimensione della campata, calcolata ortogonalmente alla direzione di F.

Nel caso di solai deformabili le eccentricità vengono applicate inserendo un sistema di vettori ( $\Delta F$ ), che soddisfino il seguente sistema di equazioni:

$$\begin{cases} \sum \Delta F_i \\ \sum \Delta F_i \cdot b_i = \sum F_i \cdot e = R \cdot e \end{cases} \quad (1)$$

essendo:

$F_i$  = i-esima forza applicata in un punto del diaframma;

$b_i$  = braccio del punto di applicazione della forza  $F_i$ , misurato ortogonalmente alla direzione dell'analisi e provvisto di segno;

$R$  = risultante delle forze  $F_i$ ;

$e$  = eccentricità accidentale, pari al 5% della massima dimensione della campata;

Indicando con  $F_i^*$  la generica forza dopo l'applicazione delle eccentricità, si ha:

$$F_i^* = F_i + \Delta F_i$$

L'ampiezza del generico  $\Delta F_i$  viene determinata in modo proporzionale all'intensità della forza  $F_i$  e alla propria distanza dal baricentro. In particolare si ha:

$$\Delta F_i = [\alpha \cdot \text{sign}(b_i) + \beta \cdot b_i] \quad (2)$$

Ponendo:

$$R_{SG} = \sum \text{sign}(b_i) F_i$$

$$M_{SG} = \sum b_i F_i$$

$$M_1 = \sum \text{ass}(b_i) F_i$$

$$M_2 = \sum b_i^2 F_i$$

e sostituendoli nel sistema di equazioni (1) si ottiene:

$$\begin{cases} \alpha \cdot R_{SG} + \beta \cdot M_{SG} = 0 \\ \alpha \cdot M_1 + \beta \cdot M_2 = R \cdot e \end{cases}$$

Risolvendo il sistema si ottengono le costanti  $\alpha$  e  $\beta$ :

$$\begin{cases} \alpha = \beta \frac{M_{SG}}{R_{SG}} \\ \beta = \frac{R \cdot R_{SG} \cdot e}{M_2 \cdot R_{SG} - M_1 \cdot M_{SG}} \end{cases}$$

Sostituendo detti valori nell'espressione (2), è possibile ottenere la generica forza  $F_i^*$  dopo l'applicazione delle eccentricità.



### ATTENZIONE

Nelle analisi di tipo sismico verranno applicate alla struttura delle forze orizzontali nelle varie direzioni, che hanno lo scopo di simulare, in maniera approssimata, l'azione del sisma. Tali forze saranno determinate in proporzione ai carichi dell'analisi di partenza, in questo caso l'analisi "Vert". Se anziché utilizzare a tale scopo le forze dell'analisi di partenza si desidera scegliere manualmente quali forze dovranno essere considerate nell'analisi sismica, fare click su "Imposta combinazione di carico".



## APPROFONDIMENTO

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto, anche per le Analisi Statiche (o Dinamiche) Non Lineari (come per quelle lineari), le NTC 2018 precisano al Par. 7.3.5 quanto segue.

La risposta è calcolata unitariamente per le tre componenti, applicando l'espressione:

$$1,00 E_x + 0,30 E_y + 0,30 E_z$$

Gli effetti più gravosi si ricavano dal confronto tra le tre combinazioni ottenute permutando circolarmente i coefficienti moltiplicativi.

In ogni caso:

– la componente verticale deve essere tenuta in conto unicamente nei casi previsti al § 7.2.2. delle NTC2018.

– la risposta deve essere combinata con gli effetti pseudo-statici indotti dagli spostamenti relativi prodotti dalla variabilità spaziale del moto unicamente nei casi previsti al § 3.2.4.1 delle NTC2018, utilizzando, salvo per quanto indicato al § 7.2.2 delle NTC2018 in merito agli appoggi mobili, la radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS).

Le colonne della tabella consentono di specificare per ogni analisi le relative proprietà:

- **Tipo:** indica se l'analisi è di tipo "sismico" oppure "non sismico".
- **Inizia da:** indica se l'analisi dovrà riprendere dall'ultimo step di un'altra analisi eseguita precedentemente. Tale opzione è utile per poter considerare l'effetto della sollecitazione di compressione verticale agente sui maschi murari (dovuta ai carichi gravitazionali), ai fini della corretta valutazione della capacità portante dell'edificio durante un'analisi di tipo sismico. Infatti, secondo il criterio di resistenza di Mohr-Coulomb, la tensione tangenziale limite  $\tau_u$  cresce proporzionalmente con la tensione normale  $\sigma_n$  ( $\tau_u = c + \sigma_n \tan \varphi$ ). Pertanto è indispensabile valutare tale incremento di resistenza ai fini di una corretta valutazione del meccanismo di collasso e della capacità portante della struttura: per questo motivo le analisi di tipo sismico inizieranno sempre dall'ultimo step dell'analisi "Vert".
- **Direzione:** indica il verso e la direzione dell'analisi sismica. Per le analisi non sismiche la direzione indicata è *n.a.* (non assegnata).
- **Distribuzione di forze:** indica il tipo di distribuzione dell'azione sismica, proporzionale alla massa, ovvero di tipo triangolare inverso. In quest'ultimo caso, se si seleziona l'opzione "primo modo", in alternativa a "triangolare", la distribuzione del carico statico verrà calcolata proporzionalmente alla forma del modo di vibrare fondamentale nella direzione di carico.
- **Controllo:** indica se l'analisi avviene a controllo di forza oppure a controllo di spostamento, ovvero se inizia a controllo di forza e, successivamente, prosegue a controllo di spostamento.
- **Dettagli:** indica le opzioni salienti impostate per la corrispondente analisi. In particolare saranno riportati la percentuale di carico da raggiungere nella fase a controllo di forza, ovvero il nodo di controllo e lo spostamento massimo che si intende raggiungere nella fase a controllo di spostamento, riassumendo i criteri secondo i quali verrà condotta l'analisi.

La parte inferiore della finestra è suddivisa in due riquadri che permettono all'utente di impostare e visualizzare i parametri di controllo del solutore e i carichi da applicare.



Figura 230. Parametri di controllo analisi pushover.

Il riquadro **"Parametri di controllo"** consente di definire i seguenti parametri relativi sia alla fase a controllo di forze che a quella a controllo di spostamenti:

- **Nodo di controllo:** questo menu a tendina consente di scegliere il nodo di controllo per monitorare lo spostamento raggiunto dalla struttura nella fase a controllo di spostamento. Tale nodo, di default, è scelto in modo che sia coincidente con il baricentrico dell'ultimo piano dell'edificio.
- **Automatico:** questa opzione, se selezionata, abilita la scelta automatica del nodo di controllo in modo che risulti baricentrico rispetto all'ultimo piano dell'edificio.
- **Spingi l'analisi fino a:** questa casella di testo consente di impostare lo spostamento ultimo (detto anche spostamento target), da raggiungere nella fase a controllo di spostamento. Un valore credibile per lo spostamento ultimo può essere pari a 1 centesimo dell'altezza dell'edificio ( $d_u = 0,01H$ ).
- **Applica il...:** consente di impostare il valore target ossia la percentuale di carico (rispetto a quella definita nel riquadro "Carichi da applicare"), da raggiungere nella fase a controllo di forze,
- **Dopo l'applicazione del carico o quando non è più possibile incrementare il carico, prosegui a controllo di spostamento:** questa opzione, se selezionata, consente di scegliere se proseguire l'analisi a controllo di spostamento al termine della fase a controllo di forze indipendentemente dalla percentuale di carico raggiunta. Può risultare utile attivare questa opzione in tutti quei casi in cui si vuole valutare la risposta in termini di deformata (cfr. § 10.2), alla fine della fase a controllo di forze (evitando di far proseguire l'analisi con la fase a controllo di spostamenti).

Il riquadro **"Carichi da applicare"** consente di definire i seguenti parametri di seguito riportati, specifici per le analisi non sismiche. Lo stesso riquadro, per le analisi sismiche contiene invece una descrizione sintetica sulle forze applicate (direzione, analisi di partenza, ecc.).

- **Tipo di combinazione di carico:** questo menu a tendina, abilitato solo per analisi non sismiche, consente di scegliere la combinazione di carico da applicare alla struttura per l'analisi selezionata.
- **Condizione di carico principale:** questo menu a tendina, abilitato solo per analisi non sismiche, consente di scegliere il carico principale (ossia la condizione di carico principale tra quelle definite, cfr. § 4.3.8.1), da considerare nella combinazione selezionata. Tuttavia la condizione di carico principale deve essere individuata solo per particolari combinazioni di carico, anche sulla base della normativa adottata.
- **Tabella dei carichi:** questa tabella riporta le condizioni di carico definite (cfr. § 4.3.8.1), e consente di definire i corrispondenti moltiplicatori di carico. Ciascun moltiplicatore, se azzerato, consente di escludere quella particolare condizione di carico dall'analisi sismica

selezionata. E' opportuno precisare che i moltiplicatori dei carichi applicati in questa tabella si vanno a "sommare" a quelli definiti dalle norme per le rispettive combinazioni.



## APPROFONDIMENTO

Ciascuna analisi push-over viene eseguita in due fasi successive: una prima fase a "**controllo di forze**" e una seconda fase "**a controllo di spostamenti**". Entrambe le fasi si concretizzano nell'applicare alla struttura carichi orizzontali, mentre i carichi verticali (opportunamente combinati) sono stati applicati durante la l'analisi "vert", che rappresenta l'analisi di partenza delle analisi sismiche. I carichi verticali rimangono costanti per tutta la durata di entrambe le fasi.

- **Fase a controllo di forze** : viene applicato un vettore di carico di forma costante e proporzionale alle masse o alle masse e altezze (forma triangolare inversa). Tale fase può essere estesa (almeno in teoria) fino al raggiungimento del picco massimo di resistenza della struttura, oltre non è più possibile procedere poiché la struttura è diventata quasi labile.

- **Fase a controllo di spostamento** : Le forze alla struttura vengono applicate imponendo un opportuno campo di spostamento a tutti i "punti di controllo". Questi sono un insieme di nodi del modello (in genere scelti di default dal programma o personalizzati dall'utente) rappresentativi dell'intera deformata del modello.

Il vantaggio di imporre un campo di spostamenti in sostituzione di un campo di forze, permette di seguire il comportamento della struttura anche nella fase di softening (degrado della resistenza). Ulteriori dettagli sono disponibili nel manuale teorico (una sintesi viene riportata nella relazione di calcolo ottenuta in output dal programma).

Nella pratica il passaggio tra le due fasi non avviene proprio nel punto di picco ma in prossimità di questo. Il passaggio tra le due fasi viene evidenziando nell'anteprima, colorando in modo diverso i due tratti. Nel resto del programma, effettivamente la curva viene vista come unica, non si distingue più (almeno esplicitamente) tra le due fasi.

### 4.3.9.1. DEFINISCI PUNTI MODELLO

Il comando Punti modello sulla toolbar non è attivo per analisi statiche ne' per analisi PO sismiche non ancora eseguite. Il comando è disponibile solo per le PO sismiche che sono state eseguite.

Dalla finestra Punti modello dell'analisi è possibile visualizzare i parametri caratteristici dei punti modello: Posizione, Massa e Descrizione. E' altresì possibile leggere se il punto modello è stato definito dall'utente.

ID	Posizione	Massa	Descrizione
1	(4.35821, 4.72778, 3.75) m	145305 Kg	Baricentro del Solaio 101 a quota 375 cm
2	(3.845, 5.24, 6.66) m	101576 Kg	Baricentro del Solaio 256 a quota 666 cm

Figura 231. Finestra visualizza caratteristiche dei punti modello dell'analisi corrente.



## IMPORTANTE

Per poter scegliere un punto di controllo personalizzato, è necessario aver precedentemente impostato il nodo di controllo, dall'ambiente 3D del programma, visualizzando il modello computazionale e selezionando il comando "Imposta nodo di controllo", disponibile dal menu contestuale di uno qualunque degli elementi del modello (pannelli, aste, etc...) (cfr. § 2.21.1).

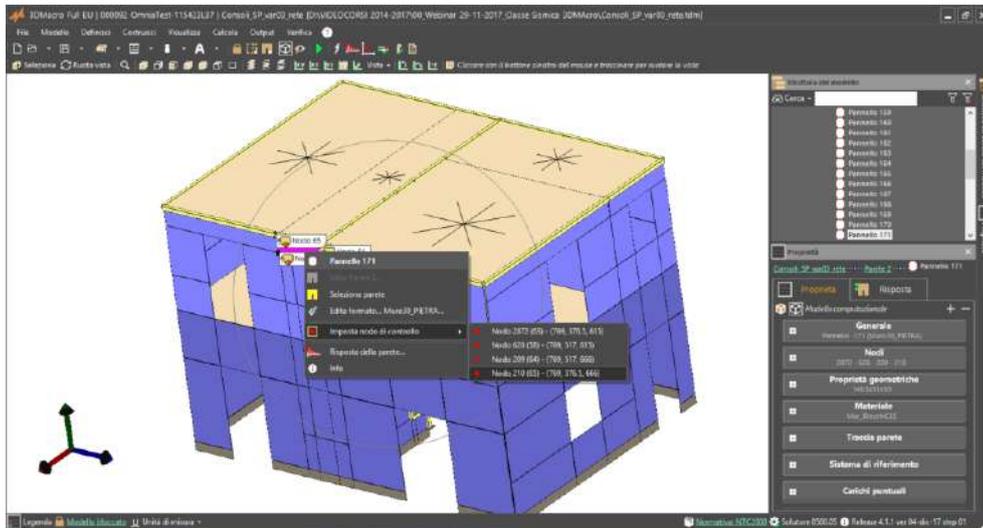


Figura 232. Imposta nodo di controllo.

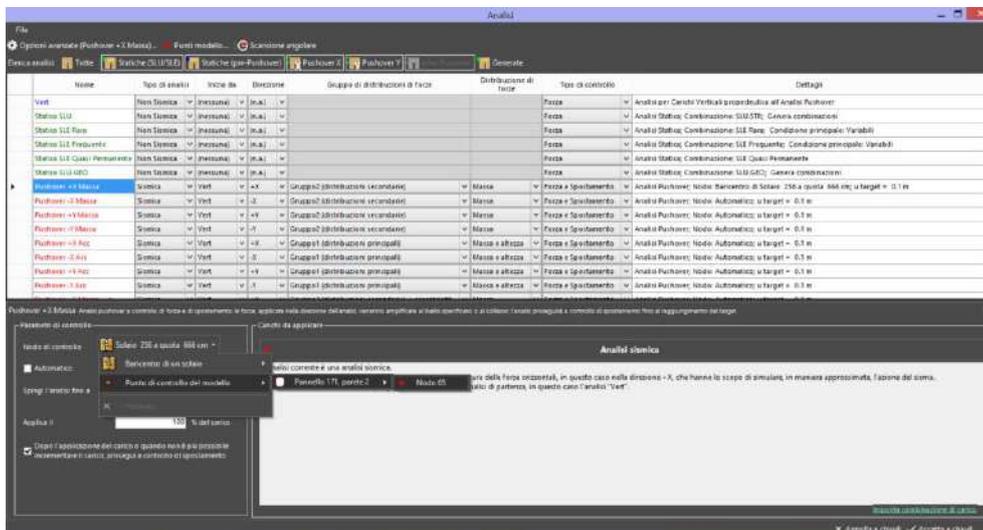


Figura 233. Selezione punto di controllo del modello.

#### 4.3.9.2. OPZIONI AVANZATE DELL'ANALISI

La finestra "Opzioni avanzate dell'analisi" consente di modificare i parametri utilizzati dal solutore durante l'analisi, di definire funzioni personalizzate di carico e personalizzare i punti di controllo.

##### 4.3.9.2.1. FASE A CONTROLLO DI FORZA E DI SPOSTAMENTO

Nelle schede "Fase a controllo di forza" (FC) e "Fase a controllo di spostamento" (DC) è possibile modificare in maniera distinta i seguenti parametri di controllo:

- **Passo dell'analisi:** l'aliquota di incremento del carico (FC) o dello spostamento (DC), rispetto al valore target da raggiungere (su un totale pari all'unità). Ad esempio se come passo dell'analisi è impostato 0.1, il software tenderà ad ogni passo di assegnare il 10% del carico (o dello spostamento target in caso di analisi a controllo di spostamento).
- **Max numero cumulativo di sottopassi:** Massimo numero di sottopassi che possono essere effettuati nell'analisi. Vengono registrati dei sottopassi se, a seguito di un certo numero di eventi, il software è costretto a ridurre l'ampiezza del passo.
- **Massimo numero di iterazioni nel passo:** Numero massimo di iterazioni da effettuare durante un passo.
- **Massimo numero di passi nelle ridistribuzioni:** Numero massimo di iterazioni da effettuare durante una ridistribuzione (cfr. manuale teorico).
- **Passo di campionamento della risposta:** Numero di passi da effettuare prima di salvare. Se come passo di campionamento è impostato 2, il software salverà un passo ogni 2 passi dell'analisi.
- **Salva risposta ogni:** Numero di passi da effettuare prima di salvare sul file. Se è stato impostato il valore 10, il software salverà su file ogni 10 passi dell'analisi.
- **Tolleranza per gli eventi:** Tolleranza adimensionalizzata (una tolleranza pari a 0.05 corrisponde ad un errore tollerato del 5%) per il riconoscimento degli eventi.
- **Usa le stesse impostazioni per le analisi a controllo di forza e di spostamento:** questa opzione, se selezionata, consente di impostare gli stessi parametri per entrambe le fasi di analisi (FC e DC).

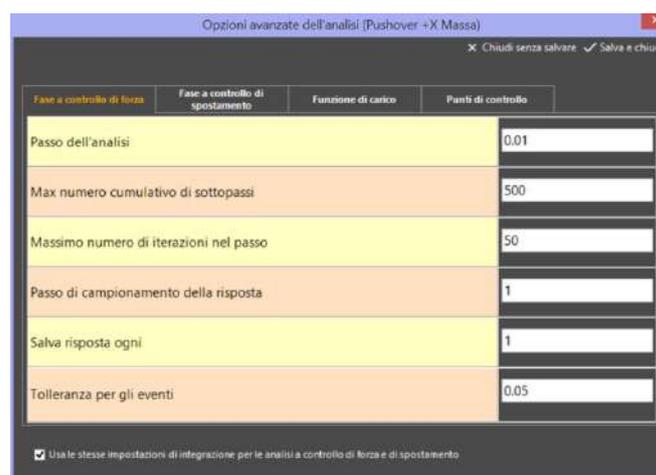


Figura 234. Finestra opzioni avanzate dell'analisi per la fase a controllo di forza (o di spostamento).

##### 4.3.9.2.2. OPZIONI MODALI

Se si è scelto di eseguire le analisi push-over, appartenenti alla distribuzione principale, utilizzando una distribuzione delle forze proporzionale al “primo modo”, è possibile settare i parametri che regolano l’analisi dei modi, dalla scheda “Opzioni modali”. E’ importante precisare che i comandi disponibili in questa scheda saranno inattivi se l’analisi corrente non prevede una distribuzione di forze proporzionali al modo principale.

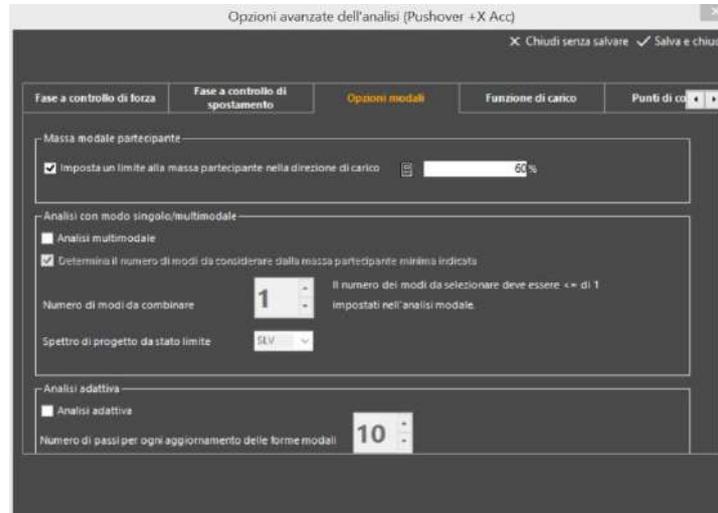


Figura 235. Opzioni avanzate dell’analisi modale.

Attraverso questa scheda è possibile assegnare il limite della massa totale partecipante nella direzione del carico, inserendo il segno di spunta sulla voce corrispondente ed esplicitandone la percentuale (in funzione della tipologia costruttiva). In particolare, seguendo le indicazioni delle NTC2018, per gli edifici esistenti in muratura è impostato al 60%, mentre per edifici nuovi e per tutte le altre tipologie è posto pari al 75%.



### ATTENZIONE

*Le funzionalità di seguito descritte sono in fase di implementazione, pertanto **non ancora disponibili**.*

*Le opzioni presenti nella sottofinestra “**Analisi con modo singolo/multimodale**” consentono di scegliere se utilizzare il modo principale o una combinazione di più modi (analisi multimodale). In tal caso è possibile assegnare il numero di modi da combinare o lasciare che il programma determini il numero minimo di modi al fine di rispettare la percentuale minima di massa partecipante (impostata al punto precedente). In quest’ultimo caso, il valore indicato non potrà comunque essere maggiore del numero di modi calcolati nell’analisi modale.*

*Selezionando l’opzione “**Analisi adattiva**” il programma aggiorna le forme modali a intervalli regolari. L’utente in questo caso deve specificare il numero di step di carico da eseguire tra un aggiornamento e il successivo.*

## 4.3.9.2.3. FUNZIONE DI CARICO

Mediante questa scheda è possibile personalizzare la distribuzione di forze, definendo una funzione di carico personalizzata e variabile nel tempo, anche di tipo ciclico

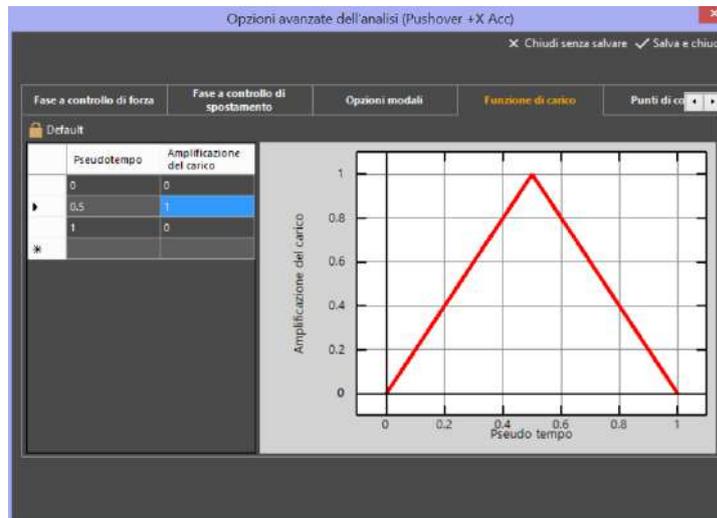


Figura 236. Opzioni avanzate dell'analisi – Funzione di carico.

Per poter definire una funzione di carico personalizzata è necessario sbloccare i valori presenti in tabella, cliccando sul comando "Imposta". Per tornare invece alla distribuzione preimpostata di default, occorrerà cliccare sul corrispondente comando "Default".

La funzione di carico può essere definita per punti, inserendo i coefficienti di amplificazione del carico, al variare del tempo.

### 4.3.9.3. SCANSIONE ANGOLARE

Dalla tool bar in alto della finestra di definizione analisi, dal comando  è possibile accedere alla finestra Scansione Angolare, ed impostarne i parametri.

La funzionalità "scansione angolare" permette di eseguire analisi push-over secondo una direzione generica del carico sismico, non necessariamente coincidente con le direzioni principali dell'edificio. Le funzionalità di input permettono di definire, in modo semplice, un insieme completo di analisi (gruppo) che indagano tutte le direzioni di carico con un incremento costante di angolo. Tutte le analisi appartenenti a un gruppo sono caratterizzate dalla medesima distribuzione spaziale di carico, che può appartenere sia al gruppo 1 (forze sismiche proporzionali alle masse e alle quote o proporzionali ai modi di vibrare) che al gruppo 2 (forze sismiche proporzionali alle masse) delle NTC 2018.

L'utilizzo delle analisi a scansione angolare risulta particolarmente utile per edifici irregolari, in pianta o in altezza, per i quali non è facile individuare le direzioni principali o può non essere sufficiente indagare il comportamento dell'edificio limitandosi a considerare il carico orientato lungo queste ultime.

#### 4.3.9.3.1. IMPOSTAZIONI ANALISI A SCANSIONE ANGOLARE

Nell'ambiente di definizione delle analisi è possibile definire un "Gruppo" o "Famiglia" di analisi composto da un numero arbitrario di analisi, caratterizzate dalla stessa distribuzione spaziale del carico sismico, ottenute variando unicamente la direzione di carico a partire da un incremento di angolo costante, definito dall'utente.

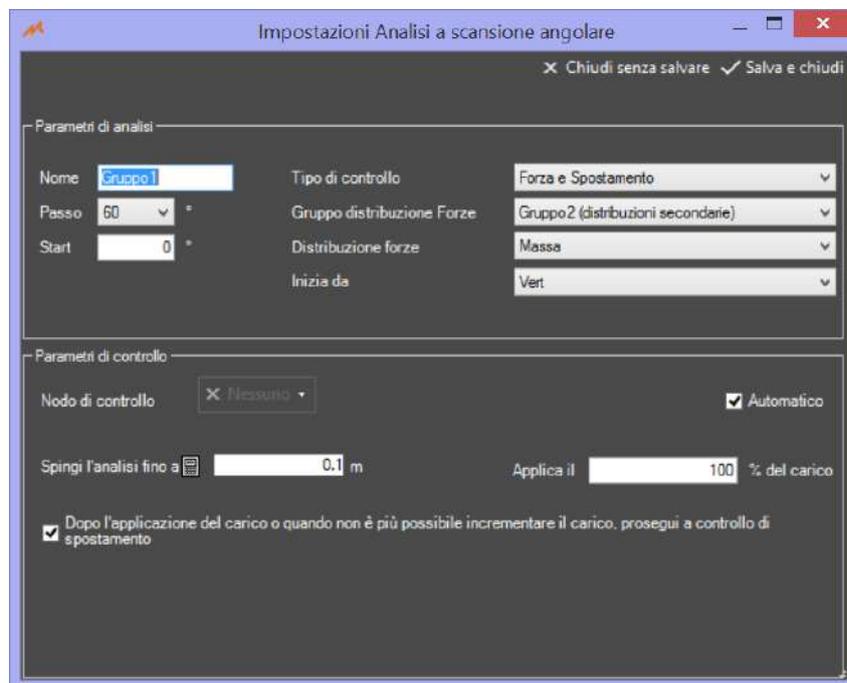


Figura 237. Impostazioni analisi a scansione angolare.

La finestra è suddivisa in due sezioni: "Parametri di analisi" e "Parametri di controllo". La prima sezione contiene i parametri per la definizione del carico sismico e dello stato iniziale della struttura. Come è possibile osservare, la finestra contiene le medesime opzioni di scelta della finestra di definizione delle singole analisi. Le informazioni aggiuntive sono: il nome del gruppo che farà parte del nome delle singole analisi come desinenza seguita dall'angolo di calcolo definito;

il passo della scansione angolare che rappresenterà lo sfasamento delle singole analisi appartenenti al gruppo; l'angolo di partenza rispetto alla direzione X globale, che verrà assegnato alla prima analisi del gruppo. La sezione contiene i parametri per il controllo delle analisi, in modo analogo a quanto previsto per la definizione di una analisi singola.

Non sarà possibile definire passi di analisi inferiori ai 10° ne superiori ai 120°. Ciò permetterà di evitare di definire un numero eccessivo di analisi (max 36) o troppo esiguo (min 3) che impedirebbe la creazione di un dominio 3D. Inoltre il Gruppo di distribuzione forze non prevedrà distribuzioni con eccentricità aggiuntiva.



### ATTENZIONE

*Non sarà possibile definire più di 3 gruppi di analisi. Inoltre le singole analisi appartenenti ad un gruppo non potranno essere cancellate o modificate singolarmente.*

La sezione di definizione dei parametri delle analisi è suddivisa in due sottosezioni che permettono di impostare le caratteristiche comuni alla famiglia di analisi e la scelta delle direzioni di carico da indagare. In particolare occorre effettuare le seguenti operazioni:

Parametri di analisi			
Nome	Gruppo1	Tipo di controllo	Forza e Spostamento
Passo	60	Gruppo distribuzione Forze	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)
Start	0	Distribuzione forze	Massa
		Inizia da	Vert

Figura 238. Parametri di analisi a scansione angolare.

- **Scelta delle direzioni di carico:** oltre al nome delle analisi (gruppo di analisi) bisogna scegliere una direzione di carico (start) e una discretizzazione angolare (passo). Il numero di analisi e le direzioni di carico verranno calcolate in automatico a partire dai suddetti parametri.
- **Scelta dei parametri di carico:** la finestra consente di impostare il gruppo e la distribuzione spaziale del carico, la tipologia di controllo (forze/spostamento) e l'analisi di partenza. Tali caratteristiche verranno assegnate all'intero gruppo di analisi.

Nella sezione dei parametri di controllo è possibile definire i parametri del calcolo non lineare. In particolare bisogna definire il nodo di controllo rispetto al quale verranno tracciate tutte le curve di capacità, o in alternativa, bisogna spuntare l'opzione "automatico" per richiedere una scelta di default del programma. Inoltre bisogna indicare se alla prima fase, in cui vengono applicati incrementi costanti di carico, deve seguire una fase a incrementi di spostamenti.

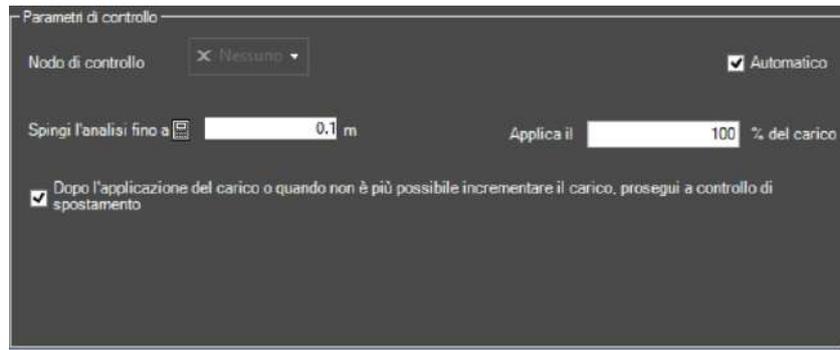


Figura 239. Parametri di controllo per l'analisi a scansione angolare.

Dopo aver definito il gruppo di analisi a scansione angolare le stesse saranno elencate nella tabella delle analisi. E' possibile modificare le opzioni avanzate di tutte le analisi appartenenti al medesimo gruppo. Si seleziona una riga corrispondente ad una analisi di un gruppo, e cliccando sul tasto Opzioni avanzate analisi, si accede alla finestra di modifica dei parametri (cfr. § 4.3.9.2).

Nome	Tipo di analisi	Inizio da	Direzione	Gruppo di distribuzione di forze	Distribuzione di forze	Tipo di controllo	Dettagli
Gruppo1_270	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo1, scansione angolare
Gruppo1_305	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo1, scansione angolare
Gruppo1_300	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo1, scansione angolare
Gruppo1_315	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo1, scansione angolare
Gruppo1_330	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo1, scansione angolare
Gruppo1_345	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo1, scansione angolare
Gruppo1_0	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare
Gruppo1_30	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare
Gruppo1_60	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare
Gruppo1_90	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare
Gruppo1_120	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare
Gruppo1_150	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare
Gruppo1_180	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare
Gruppo1_210	Sismica	vert	Custom	Gruppo2 (distribuzioni secondarie)	Massa	Forza e Spostamento	Analisi Pushover; Nodo Automatico; u target = 0.1 m; Gruppo2, scansione angolare

Figura 240. Gruppi di analisi a scansione angolare.

Se si vuole cancellare un gruppo di analisi occorre portarsi sull'elenco, selezionare una riga corrispondente ad una analisi di quel gruppo e premere sul tasto "Canc" da tastiera. Il software rilascia un messaggio in cui si informa che non sarà possibile cancellare la singola analisi appartenente ad un gruppo e che verrà cancellato tutto il gruppo a cui essa appartiene. Cliccare su "SI" per confermare.

Per poter eseguire questa operazione il modello deve essere sbloccato.

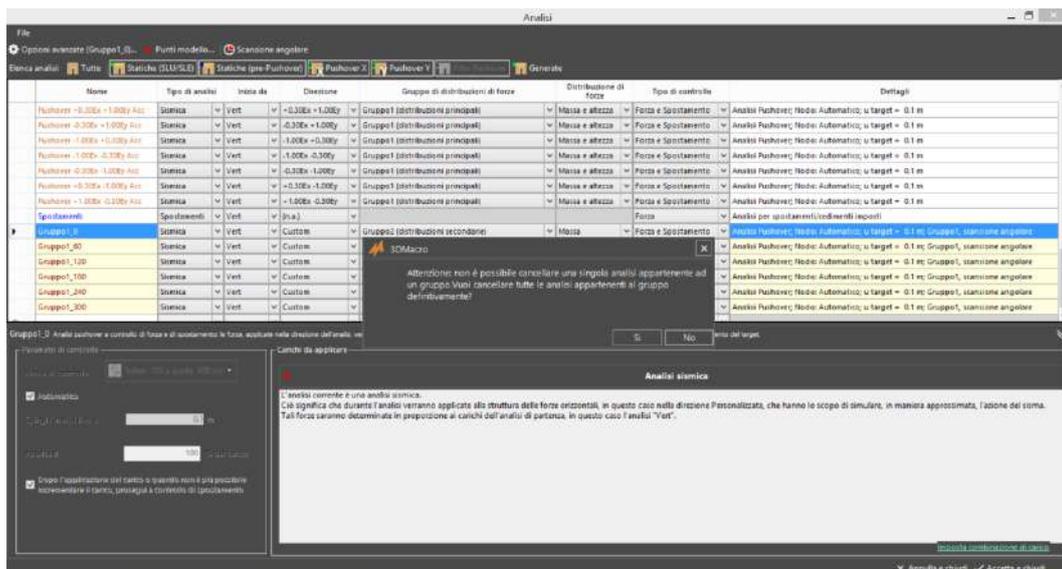


Figura 241. Cancella Gruppo di analisi a scansione angolare.

4.3.10. DEFINISCI MODI E FREQUENZE

**COMANDO: MENU DEFINISCI>MODI E FREQUENZE**

Questo comando apre la finestra di definizione i parametri per l'analisi di modi e frequenze. In particolare vengono richiesti i seguenti dati:

**Numero di modi:** rappresenta il numero di forme modali (e relative frequenze) da ricercare, partendo dal modo con periodo più grande (periodo fondamentale).

**Numero massimo di iterzioni:** rappresenta il numero massimo di iterazioni che possono essere eseguite nella ricerca di ciascun modo. L'impostazione di default è 100.

**Tolleranza:** permette di impostare l'accuratezza nella procedura di ricerca del generico autovalore-autovettore del sistema (metodo iterativo). Indicando con  $a_i$  e  $a_{i+1}$  rispettivamente il valore dell'autovalore alla iterazione  $i$  e  $i+1$ , l'errore adimensionizzato ( $e$ ) viene definito come  $(a_{i+1} - a_i) / a_i$ . La convergenza della soluzione si ritiene raggiunta quando  $e$  diviene minore della tolleranza fissata.

**Determina le masse da:** indica i carichi gravitazionali da considerare per il calcolo delle masse. E' possibile selezionare una tra le analisi statiche di tipo non sismico. Di default è disponibile solo l'analisi "Vert".

**Stato iniziale della struttura:** permette di calcolare i modi di vibrare considerando uno stato deformato della struttura, conseguente all'applicazione di una serie di carichi gravitazionali. In questo caso le rigidzze degli elementi non coincideranno con i valori iniziali (in configurazione indeformata), ma si terrà conto di tutti gli eventi non lineari (degrado), registrati durante il processo di carico statico. L'analisi da cui acquisire lo stato iniziale della struttura dovrà essere lanciata (automaticamente dal software) prima dell'analisi modale. Se si sceglie "Nessuna analisi di partenza" i modi verranno calcolati sulla struttura integra.

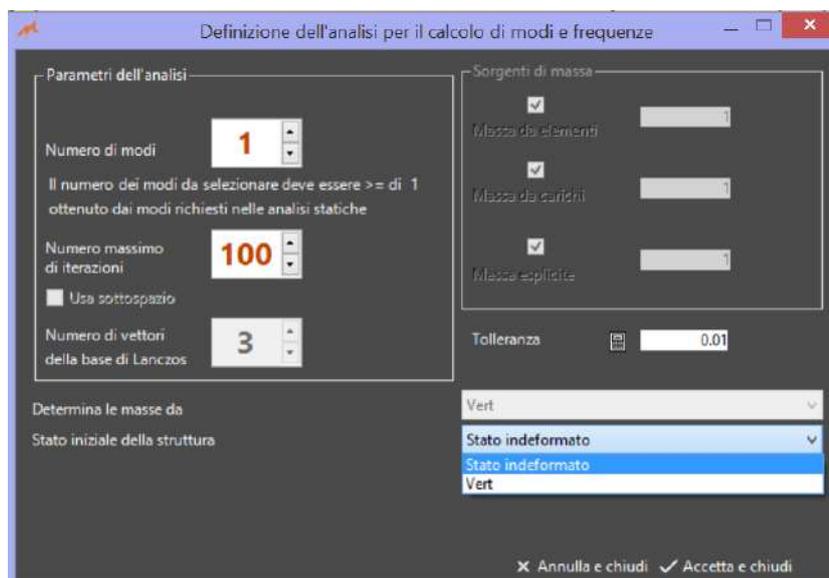


Figura 242. Definizione dell'analisi per il calcolo di modi e frequenze.

## 4.4. MENU COSTRUISCI

Questo menu consente di accedere agli editor di pianta e all'editor di impalcato, due ambienti di lavoro semplificati, dedicati alla costruzione del modello geometrico dell'edificio. L'impiego di queste piattaforme di lavoro semplificate consente un'immediata comprensione e padronanza della geometria del modello strutturale.

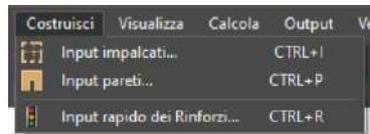


Figura 243. Menu costruisci.

### 4.4.1. EDITOR DI PIANTA

COMANDO: MENU COSTRUISCI>INPUT IMPALCATI...

L'Editor di Pianta (o impalcati) è la piattaforma che consente l'immissione delle piante per ciascun livello (o elevazione) del modello (cfr. § 4.2.2.1). Per la sua complessità, la sua descrizione e il suo funzionamento sono rimandati al capitolo 5 del presente manuale, che tratta il suo studio in maniera estesa e dettagliata.

### 4.4.2. EDITOR DI PARETE

COMANDO: MENU COSTRUISCI>INPUT PARETI...

L'Editor di parete è la piattaforma che consente di editare le singole pareti, già create nell'editor di pianta. Per la sua complessità, la sua descrizione e il suo funzionamento sono rimandati al capitolo 6 del presente manuale, che tratta il suo studio in maniera estesa e dettagliata.

### 4.4.3. INPUT RAPIDO DEI RINFORZI

COMANDO: MENU COSTRUISCI>INPUT RAPIDO DEI RINFORZI...

La finestra di input rapido dei rinforzi consente di avviare una procedura automatizzata di applicazione dei sistemi di rinforzo più comuni per le strutture esistenti in muratura. La procedura di generazione è automatica e non richiede intervento da parte dell'utente.

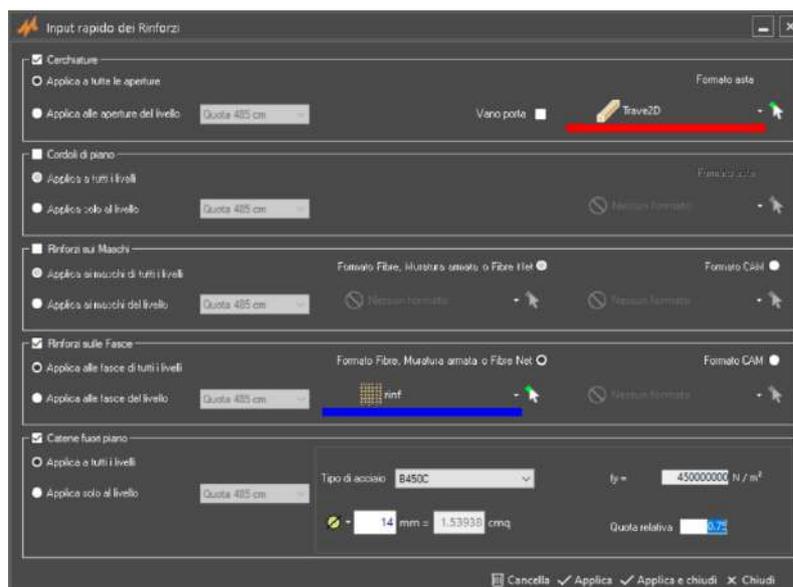


Figura 244. Finestra di input rapido dei rinforzi.

E' possibile generare automaticamente le seguenti tipologie di rinforzi:

- Cerchiature
- Cordoli di piano
- Rinforzi sui maschi
- Rinforzi sulle fasce
- Catene fuori piano

#### 4.4.3.1. GENERA CERCHIATURE

Per generare cerchiature in corrispondenza di vani porta e finestra è sufficiente settare i parametri corrispondenti come di seguito indicato:

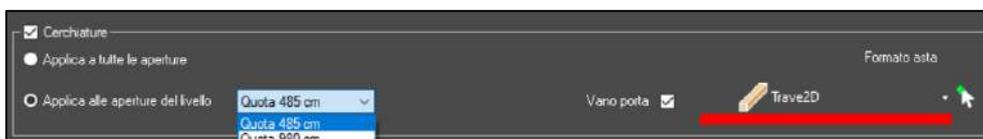


Figura 245. Input rapido cerchiature.

Selezionare la voce Cerchiature. Applica a tutte le aperture oppure alle aperture di un determinato piano (selezionando il radio button corrispondente). Se si sceglie di applicarle solo a un determinato piano, occorre selezionare dal menu a tendina la quota desiderata. Se vano porta, selezionare la corrispondente voce: in tal caso la cerchiatura sarà generata su tre lati del vano e non su tutti e quattro i lati della apertura. Infine selezionare il formato asta.

#### 4.4.3.2. GENERA CORDOLI DI PIANO

Per generare cordoli di piano, a tutti i livelli contemporaneamente o per ciascun livello, è sufficiente settare i parametri corrispondenti come di seguito indicato:



Figura 246. Input rapido cordoli di piano.

Selezionare la voce Cordoli di piano. Applica a tutti i livelli, oppure a un solo livello selezionato. In questo ultimo caso, occorre selezionare dal menu a tendina la quota desiderata. Il formato asta è selezionabile dal menu a tendina a destra.

#### 4.4.3.3. GENERA RINFORZI SUI MASCHI E SULLE FASCE

Per generare rinforzi sui maschi e / o sulle fasce è sufficiente settare i parametri corrispondenti come di seguito indicato:



Figura 247. Input rapido Rinforzi sui maschi e sulle fasce.

Selezionare la voce Rinforzi sui maschi / fasce. Applica a tutti i livelli, oppure a un solo livello selezionato. In questo ultimo caso, occorre selezionare dal menu a tendina la quota desiderata. E' possibile scegliere tra due gruppi di rinforzi "FRP, Muratura armata, Fibrenet", oppure "nastri CAM". Selezionare il tipo e scegliere il formato dal menu a tendina corrispondente.

#### 4.4.3.4. GENERA CATENE FUORI PIANO

Per generare catene agenti come vincolo fuori piano è sufficiente settare i parametri corrispondenti come di seguito indicato:

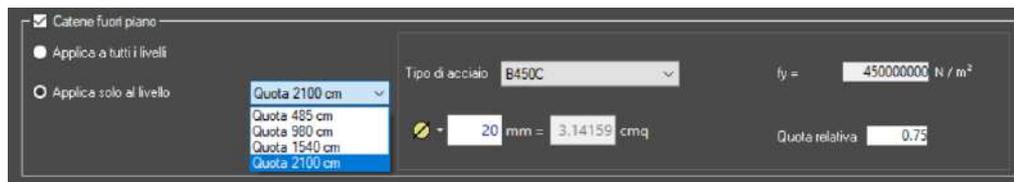


Figura 248. Input rapido Catene fuori piano.

Selezionare la voce Catene fuori piano. Applica a tutti i livelli, oppure a un solo livello selezionato. In questo ultimo caso, occorre selezionare dal menu a tendina la quota desiderata. Indicare le caratteristiche delle catene: tipologia di acciaio (a cui corrisponde la resistenza a trazione  $f_y$ , che può essere personalizzata se si sceglie come tipologia "Personalizzato"). Indicare il diametro delle catene o l'area e la quota relativa a cui posizionare il tirante ad ogni piano: questa rappresenta la quota relativa della catena rispetto alla quota di ciascun piano. Ogni tirante viene posizionato al centro di ciascuna fascia parete.

## 4.5. MENU VISUALIZZA

Il menu visualizza consente di accedere a tutte le opzioni per agevolare la visualizzazione del modello strutturale. Molti di questi comandi sono accessibili anche dall'apposita barra di visualizzazione (cfr. S 2.4).

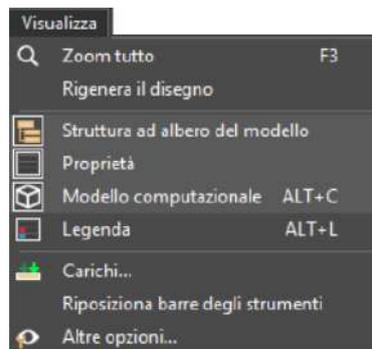


Figura 249. Menu visualizza.

### 4.5.1. ZOOM TUTTO

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ZOOM TUTTO

Consente di visualizzare immediatamente tutto il modello all'interno della finestra di lavoro, centrando l'inquadratura. È accessibile con comando rapido dalla tastiera premendo F3.

#### 4.5.2. RIGENERA IL DISEGNO

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**RIGENERA IL DISEGNO**

Consente di ridisegnare l'intero modello.

#### 4.5.3. VISUALIZZA LA STRUTTURA AD ALBERO DEL MODELLO

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**STRUTTURA AD ALBERO DEL MODELLO**

Consente di visualizzare o nascondere la finestra struttura ad albero del modello (cfr. § 2.3).

#### 4.5.4. VISUALIZZA LA FINESTRA DELLE PROPRIETÀ

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**STRUTTURA AD ALBERO DEL MODELLO**

Consente di visualizzare o nascondere il box contenente la finestra delle proprietà degli elementi (cfr. § 2.4).

#### 4.5.5. VISUALIZZA IL MODELLO COMPUTAZIONALE

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**MODELLO COMPUTAZIONALE**

COMANDO RAPIDO: ALT+C

Consente di passare dalla modalità di vista del modello geometrico a quella computazionale, o viceversa. Risulta utile per verificare se le scelte effettuate in fase di immissione del modello geometrico vengono garantite anche nel modello di calcolo, e per verificare la corretta generazione della mesh degli elementi.

#### 4.5.6. LEGENDA DEI SIMBOLI DI DANNO

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**LEGENDA DEI SIMBOLI**

Tale comando avvia , nella parte bassa dell'ambiente principale del programma , la legenda dei simboli utilizzata dall'interfaccia per indicare graficamente l'indice di danno dei pannelli murari e delle aste.

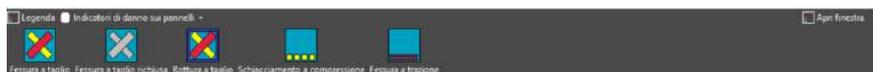


Figura 250. Legenda dei simboli di danno dei pannelli murari.



Figura 251. Legenda dei simboli di danno delle aste.

Cliccando sul comando "Apri finestra", è possibile visualizzare la finestra Legenda, in cui sono riportati oltre i simboli di danno per i pannelli e le aste, anche la legenda dei colori degli elementi che costituiscono il modello computazionale.

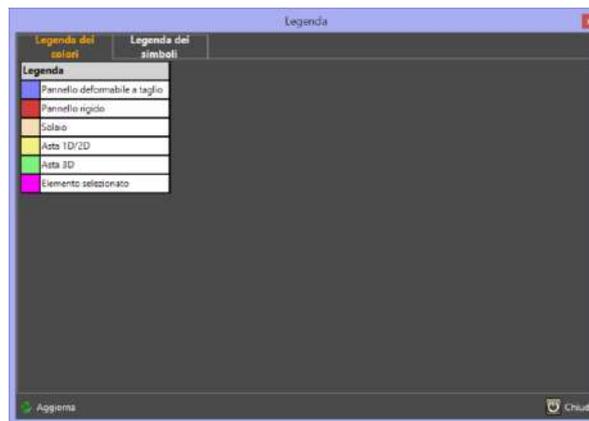


Figura 252. Legenda dei simboli di danno.

#### 4.5.7. LEGENDA DEI CARICHI

COMANDO: MENU VISUALIZZA>LEGENDA DEI CARICHI

Tale comando avvia la visualizzazione dei carichi definiti, sul modello riportato nella finestra principale. E' possibile personalizzare le opzioni di visualizzazione dei carichi, dalla scheda Carichi della finestra Opzioni di visualizzazione, disponibile dal comando Altre Opzioni del menu Visualizza (cfr. § 4.5.8).

#### 4.5.8. ALTRE OPZIONI

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ALTRE OPZIONI

E' possibile attivare questo comando, in maniera rapida, portandosi nella finestra principale del programma e facendo doppio click con il mouse sull'ambiente grafico 3D.

Questo comando apre la finestra per la modifica delle opzioni di visualizzazione degli oggetti nella finestra centrale. Questa finestra è composta da più schede dinamiche, il cui contenuto è visualizzabile cliccando sul titolo della scheda stessa.

##### 4.5.8.1. SCHEDA VISUALIZZA TIPI DI ELEMENTI

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ALTRE OPZIONI>SCHEDA VISUALIZZA TIPI DI ELEMENTI

Le opzioni disponibili in questa scheda sono:

- Pannelli murari:** se selezionato visualizza i pannelli murari nel modello geometrico/computazionale
- Aste:** se selezionato visualizza le aste
- Vincoli:** se selezionato visualizza i vincoli

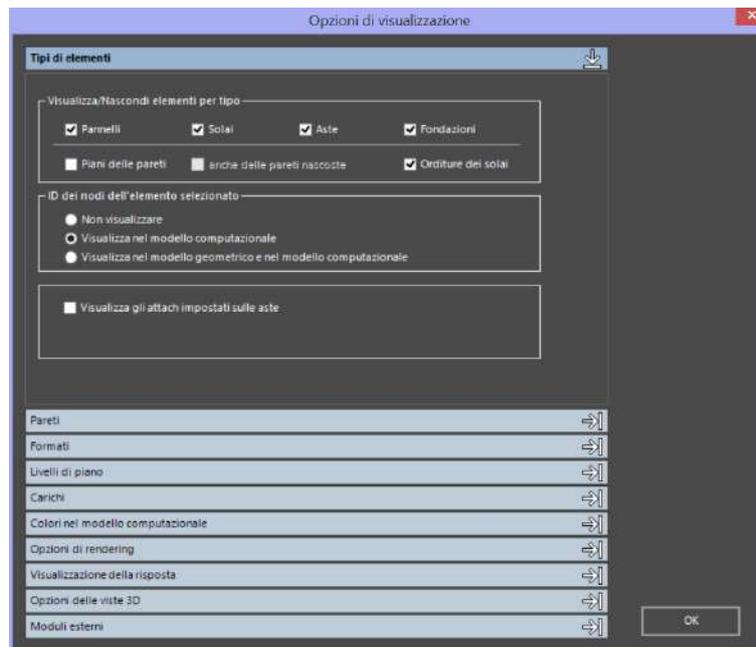


Figura 253. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda visualizza tipi di elementi.

#### 4.5.8.2. SCHEDA VISUALIZZA PARETI

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ALTRE OPZIONI>SCHEDA VISUALIZZA PARETI

Le opzioni disponibili in questa scheda sono:

- Solai e altri elementi globali:** se selezionato visualizza i solai.
- Elementi della parete X:** se selezionato visualizza gli elementi appartenenti alla parete numero X.

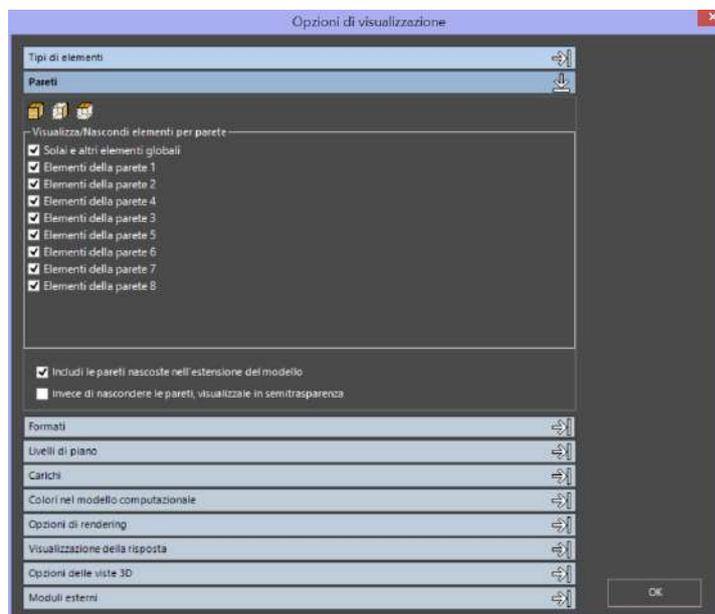


Figura 254. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda visualizza pareti.

#### 4.5.8.3. SCHEDA VISUALIZZA FORMATI

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**ALTRE OPZIONI**>**SCHEDA VISUALIZZA FORMATI**

In questa scheda è riportata la lista di tutti gli elementi tipo definiti (cfr. § 4.3.4), con i corrispondenti nomi identificativi. Spuntando le relative caselle è possibile visualizzare tutti gli oggetti che hanno come formato il relativo elementi-tipo.

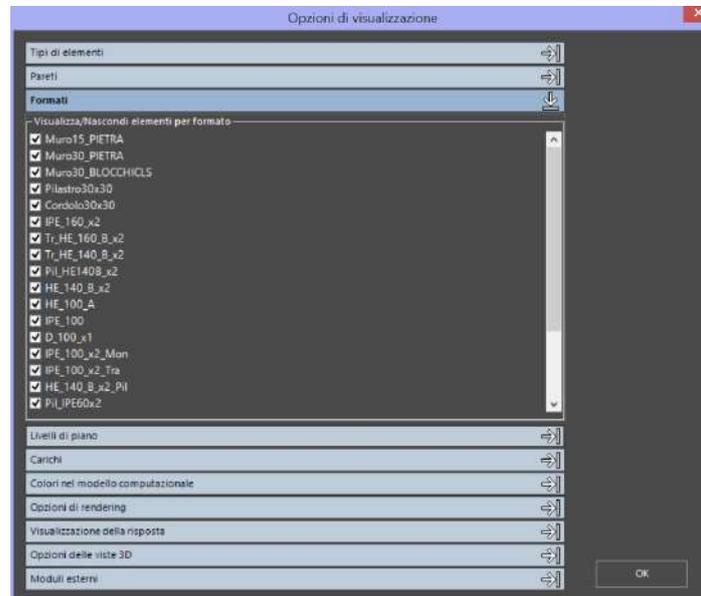


Figura 255. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda visualizza formati.

#### 4.5.8.4. SCHEDA VISUALIZZA LIVELLI DI PIANO

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**ALTRE OPZIONI**>**SCHEDA VISUALIZZA LIVELLI DI PIANO**

In questa scheda è riportata la lista di tutti i livelli o elevazioni definite (cfr. § 4.2.2.1), con le corrispondenti quote di riferimento. Spuntando le relative caselle è possibile visualizzare tutti gli oggetti che appartengono alla relativa elevazione.

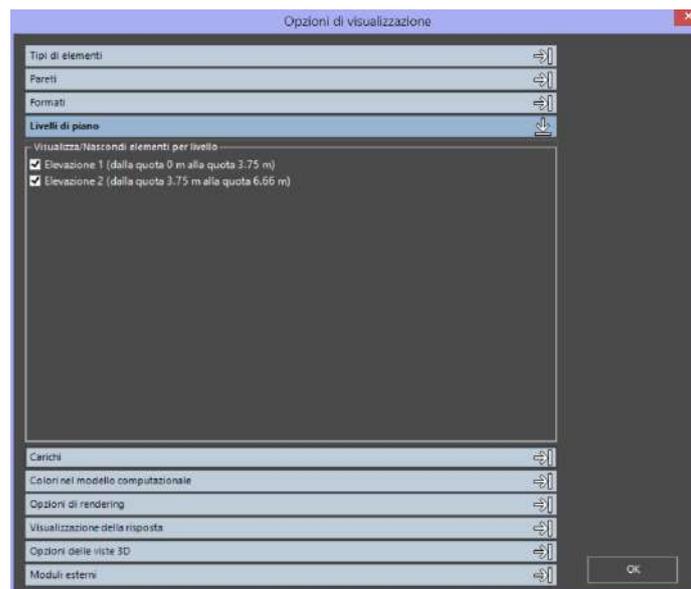


Figura 256. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda visualizza livelli.

#### 4.5.8.5. SCHEDA VISUALIZZA CARICHI

**COMANDO: MENU VISUALIZZA>ALTRE OPZIONI>SCHEDA VISUALIZZA CARICHI**

Questa scheda consente di visualizzare i carichi sul modello tridimensionale, nell'ambiente principale del programma, selezionando la voce "Visualizza carichi". E' possibile personalizzare la scala di visualizzazione dei carichi, tramite l'apposito comando e selezionare i carichi che si vogliono visualizzare, dall'apposita combo "Visualizza carichi combinati per l'analisi", che consente di visualizzare i carichi relativi alla combinazione adottata per ciascuna delle analisi precedentemente definite.

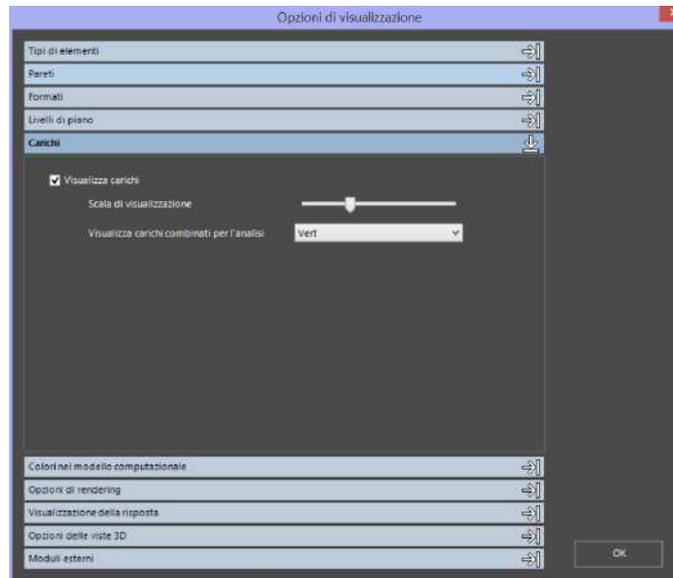


Figura 257. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda visualizza carichi.

#### 4.5.8.6. SCHEDA VISUALIZZA COLORI NEL MODELLO COMPUTAZIONALE

**COMANDO: MENU VISUALIZZA>ALTRE OPZIONI>SCHEDA VISUALIZZA COLORI NEL MODELLO COMPUTAZIONALE**

Questa scheda consente di personalizzare i criteri di visualizzare dei colori del modello computazionale nell'ambiente grafico della finestra principale del programma. La legenda dei colori è disponibile tramite il comando Visualizza Legenda, come già indicato al precedente paragrafo (cfr. § 4.5.6). In particolare sono disponibili le seguenti opzioni:

- **Standard (il colore indica il tipo di elemento):** se selezionato visualizza i colori del modello computazionale in base al tipo di elemento (pannello, asta, etc...).
- **Formato (il colore indica il formato dell'elemento):** se selezionato visualizza i colori del modello computazionale in base al formato dell'elemento, in funzione di quelli definiti in Elementi Tipo.
- **Carico (il colore indica il carico applicato all'elemento):** se selezionato visualizza i colori degli elementi del modello computazionale in funzione dei carichi applicati.

Inoltre, tramite le opzioni "Applica i colori ai seguenti elementi" è possibile selezionare gli elementi di cui visualizzare i colori nel modello computazionale.

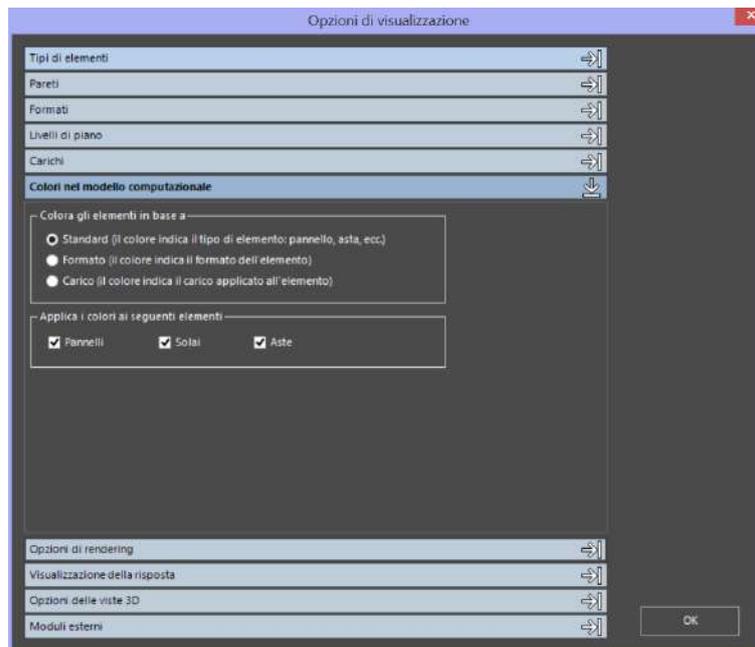


Figura 258. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda visualizza colori nel modello computazionale.

#### 4.5.8.7. SCHEDA OPZIONI DI RENDERING

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ALTRE OPZIONI>SCHEDA OPZIONI DI RENDERING

In questa scheda è possibile attivare o disattivare alcune opzioni relative al rendering del modello geometrico. Sono disponibili le opzioni seguenti:

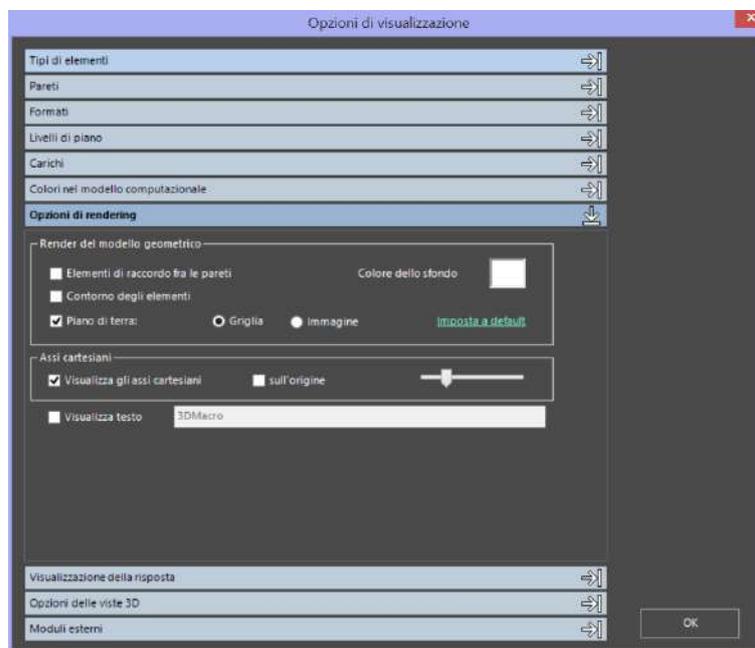


Figura 259. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda render.

- **Elementi di raccordo fra le pareti:** se selezionato visualizza gli elementi di raccordo tra le pareti nella visualizzazione 3D del modello geometrico.
- **Contorno degli elementi:** se selezionato visualizza i contorni degli elementi del modello geometrico.

- **Piano di terra:** se selezionato visualizza il piano alla base dell'edificio, tramite una griglia o tramite un'immagine "renderizzata" (in base all'opzione selezionata).
- **Imposta a default:** riporta le opzioni di visualizzazione del rendering, a quelle preimpostate.
- **Visualizza gli assi cartesiani:** se selezionato visualizza gli assi cartesiani del sistema di riferimento globale, posizionandoli sull'origine se è attiva l'opzione corrispondente. E' possibile modificare la scala di visualizzazione degli assi, intervenendo sul comando riportato a fianco all'opzione.

#### 4.5.8.8. SCHEDA VISUALIZZAZIONE DELLA RISPOSTA

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ALTRE OPZIONI>SCHEDA VISUALIZZAZIONE DELLA RISPOSTA

In questa scheda è possibile impostare alcuni parametri relativi alla visualizzazione della risposta strutturale modello in fase di output. In particolare è possibile modificare i seguenti parametri:

- **Fattore di scala per la deformata:** il fattore di scala (o di amplificazione) per la visualizzazione nella finestra centrale della configurazione deformata, raggiunta dal modello nel generico passo di analisi
- **Raggio delle cerniere plastiche:** il raggio di visualizzazione del simbolo, avente forma sferica, identificativo della formazione di una cerniera plastica lungo lo sviluppo di un'asta.

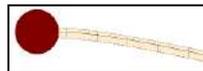


Figura 260. Simbolo identificativo per rappresentare l'apertura di una cerniera plastica



Figura 261. Simbolo identificativo per rappresentare l'apertura di una cerniera plastica

- **Mostra indicatori della risposta sui pannelli:** questa opzione, se selezionata, abilita la visualizzazione degli indicatori di danno dei pannelli in muratura.
- **Risoluzione delle immagini in relazione:** questa opzione, consente di aumentare o diminuire la risoluzione delle immagini che rappresentano la risposta della struttura, riportate nella relazione di calcolo.
- **Fattore di scala per la deformata in relazione:** questa opzione, consente di personalizzare la scala di visualizzazione delle deformate riportate nella relazione di calcolo.



Figura 262. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda risposta.

#### 4.5.8.9. SCHEDA OPZIONI DELLE VISTE 3D

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**ALTRE OPZIONI**>**SCHEDA OPZIONI DELLE VISTE 3D**

In questa scheda è possibile impostare alcuni parametri relativi alla visualizzazione di altri oggetti grafici e sulle modalità di visualizzazione del modello. In particolare è possibile modificare le transizioni viste 3D: in questo riquadro è possibile scegliere se eseguire, o meno, l'animazione nelle transizioni tra le viste del modello nella finestra centrale. In particolare è possibile impostare la durata della transizione, il numero di fotogrammi al secondo, i rispettivi valori di default oppure disabilitare l'animazione stessa.

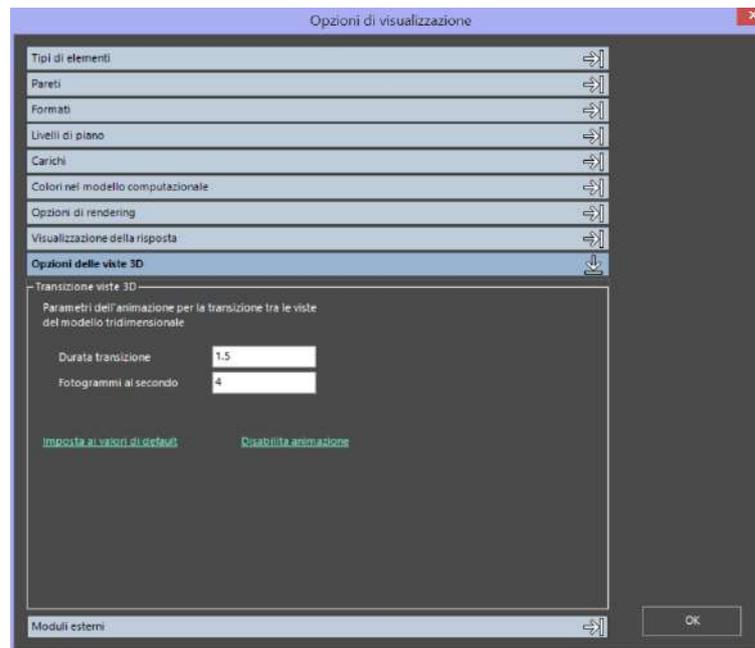


Figura 263. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda opzioni viste 3D.

#### 4.5.8.10. SCHEDA MODULI ESTERNI

COMANDO: MENU **VISUALIZZA**>**ALTRE OPZIONI**>**SCHEDA MODULI ESTERNI**

In questa scheda è possibile attivare o disattivare la visualizzazione di elementi del modello che fanno riferimento a moduli aggiuntivi del programma, come ad esempio "Stratigrafia del Terreno", che è disponibile solo se si possiede il modulo 3DMGEO, che consente di definire e assegnare una stratigrafia di terreno sotto la fondazione.



Figura 264. Finestra opzioni di visualizzazione. Scheda moduli esterni.

## 4.6. MENU CALCOLA

Consente di eseguire il calcolo del modello immesso, in accordo a tutte le opzioni selezionate. I comandi disponibili sono:

- **Elabora modello computazionale:** avvia la procedura di generazione e visualizzazione nella finestra centrale (cfr. § 2.1), della mesh di calcolo del modello. I parametri che regolano la generazione del modello computazionale sono definiti nella finestra "opzioni del modello" (cfr. § 4.2.4)
- **Elabora modello geometrico:** visualizza nella finestra centrale (cfr. § 2.1) il modello geometrico definito negli editor di pianta (cfr. § 5) e di parete (cfr. § 6).
- **Esegui analisi:** Apre la finestra per la gestione e l'avvio delle analisi. Il suo funzionamento verrà spiegato in maniera estesa nel prosieguo del presente manuale ed è collegato direttamente alla finestra di definizione delle analisi (cfr. § 4.3.9). Tale comando è accessibile anche dalla barra dei comandi rapidi, con l'apposita icona (cfr. § 2.2.), ovvero con il comando rapido premendo i tasti CTRL+F5.

Si rimanda al capitolo § 8, per ogni approfondimento sulla esecuzione delle analisi.

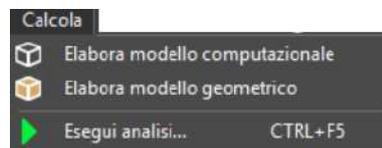


Figura 265. Menu calcola.

## 4.7. MENU OUTPUT

Il menu output contiene tutti gli strumenti per la rappresentazione dei vari parametri di risposta: sollecitazioni degli elementi, relazione, tabulati (Report, cfr. § 13).

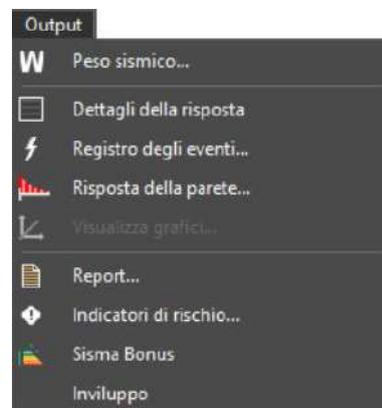


Figura 266. Menu Output.

### COMANDO

### DESCRIZIONE DEL COMANDO



Visualizzazione del peso sismico utilizzato nelle analisi sismiche.



Visualizza i dettagli della risposta dell'elemento selezionato.



Visualizza il registro degli eventi delle analisi numeriche.



Visualizza la risposta della parete.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	Visualizza al reportistica: tabulati di input e output e relazione di calcolo. In fase di input è possibile accedere solo alla visualizzazione dei tabulati corrispondenti (cfr. § 13).
	Visualizza la tabella riassuntiva degli indicatori di rischio.
	Restituisce la Classe di rischio sismico e determina il sisma bonus (secondo il D.M. 06-08-2020).

#### 4.7.1. PESO SISMICO

COMANDO: MENU OUTPUT>PESO SISMICO

Questo comando apre la finestra per la visualizzazione del peso sismico, ossia del peso gravitazionale  $W$  considerato per la valutazione della stima della vulnerabilità. Tale valore è determinato di default in funzione della combinazione dei carichi gravitazionali definiti nell'analisi "vert" (cfr. definisci analisi § 4.3.9). E' possibile inserire un valore personalizzato del peso sismico, che diventa editabile, deselegionando la casella corrispondente, posta nella colonna "Da analisi di partenza". Quest'ultima, se selezionata, consente di ottenere il peso sismico automaticamente calcolato dalla analisi di partenza.

Peso sismico			
Analisi sismica	Analisi di partenza	Da analisi di partenza	Peso sismico (kN)
Pushover +X Massa	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -X Massa	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover +Y Massa	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -Y Massa	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover +X Acc	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -X Acc	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover +Y Acc	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -Y Acc	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover +X Massa + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -X Massa + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover +Y Massa + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -Y Massa + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover +X Acc + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -X Acc + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover +Y Acc + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04
Pushover -Y Acc + e	Vert	<input checked="" type="checkbox"/>	2537.04

Figura 267. Finestra visualizza peso sismico.

#### 4.7.2. DETTAGLI DELLA RISPOSTA

Questa finestra riporta i dettagli della risposta dell'elemento selezionato. Per poterli visualizzare occorre selezionare dalla finestra delle Proprietà del modello (cfr. § 2.4), un'analisi dalla scheda "Risposta" e portarsi al passo desiderato, quindi selezionare un elemento del modello di cui si vogliono visualizzare i dettagli della risposta, quindi scegliere il comando "Dettagli della risposta".

Nella presente finestra vengono riportati:

- Elemento:** caratteristiche ed identificativo dell'elemento selezionato.
- Gradi di libertà:** nel caso di pannelli (sia nel piano che fuori piano), indicati per ciascun nodo del pannello stesso, mentre per le aste (sia traslazionali che rotazionali) per i nodi esterni e interni.



### ATTENZIONE

Le analisi push-over, vengono eseguite nel piano della parete, pertanto il programma non considera i gradi di libertà fuori piano delle pareti. Questi ultimi risultano pertanto sempre nulli, per tutti gli elementi.

- **Forze e Spostamenti:** per i pannelli vengono riportati forze e spostamenti sia dei lati, che dei nodi, mentre per le aste vengono riportati forze (e momenti) e spostamenti (e rotazioni) dei nodi interni ed esterni.

Nel caso dei pannelli, i valori delle proprietà riportati sono espressi nelle unità di misura coerenti con quelle impostate nel modello e riportate nella barra delle informazioni in basso a sinistra (cfr. § 2.3).

Nel caso delle aste, invece, i valori delle proprietà riportati nei Dettagli della risposta sono sempre espressi in cm per quanto riguarda gli Spostamenti, in KN per quanto riguarda le Forze e KN cm per i Momenti, indipendentemente dalle unità di misura selezionate per il modello.

Proprietà	Valore
<b>Pannello deformabile</b>	125
<b>Gradi di libertà nel piano</b>	
Gdl 1	0.000000000100982 m
Gdl 2	-0.000171102 m
Gdl 3	0.0000268797 m
Gdl 4	-0.000129431 m
<b>Spostamenti dei lati</b>	
Lato 1-2	0.000000000100982 m
Lato 2-3	-0.000171102 m
Lato 4-3	0.0000268797 m
Lato 1-4	-0.000129431 m
<b>Componenti dei nodi</b>	
<b>Componenti del nodo 1-1</b>	
Componente X	0 m
Componente Y	0.000000000100982 m
Componente Z	-0.000129431 m
<b>Componenti del nodo 2-2</b>	
Componente X	0 m
Componente Y	0.000000000100982 m
Componente Z	-0.000171102 m

Figura 268. Finestra dei dettagli della risposta dei pannelli.

Proprietà	Valore
<b>Risposta dell'asta</b>	102
<b>Gradi di libertà</b>	
Spostamenti locali nodo esterno 1	(-0.03469839, 0.008696164, -1.242052)
Spostamenti locali nodo esterno 2	(-0.03544883, 0.02781792, -1.352211)
Rotazioni locali nodo esterno 1	(0, 0.003111073, 9.467904E-05)
Rotazioni locali nodo esterno 2	(0, 0.001236711, 7.203768E-05)
Forze locali nodo esterno 1	(4.482716, 0.2476289, 0.1038156)
Forze locali nodo esterno 2	(-0.04018884, -0.3950479, 0.03086576)
Momenti locali nodo esterno 1	(0, 15.19161, -27.85481)
Momenti locali nodo esterno 2	(0, -20.2981, -37.74622)
Spostamenti locali nodo interno 1	(0, 0.01059881, -1.294812)
Spostamenti locali nodo interno 2	(0, 0.01568613, -1.389318)
Spostamenti locali nodo interno 3	(0, 0.02127251, -1.46754)
Spostamenti locali nodo interno 4	(0, 0.02622131, -1.528385)
Rotazioni locali nodo interno 1	(0, 0.002915264, 0.0001234585)
Rotazioni locali nodo interno 2	(0, 0.002475125, 0.0001582829)
Rotazioni locali nodo interno 3	(0, 0.001989463, 0.0001582992)
Rotazioni locali nodo interno 4	(0, 0.001487029, 0.0001115358)
<b>Rotazione 2-2</b>	
Sezione critica 1 / rotazione ultima	Rotazione: 2.877944E-05; Ultima: 0.01333333; (0.2158458%)
Sezione critica 2 / rotazione ultima	Rotazione: 3.482437E-05; Ultima: 0.01333333; (0.2611828%)
Sezione critica 3 / rotazione ultima	Rotazione: 1.630557E-08; Ultima: 0.01333333; (0.0001222918%)
Sezione critica 4 / rotazione ultima	Rotazione: -4.676333E-05; Ultima: -0.01333333; (0.350725%)
Sezione critica 5 / rotazione ultima	Rotazione: -3.949815E-05; Ultima: -0.01333333; (0.2962361%)
<b>Rotazione 3-3</b>	
Sezione critica 1 / rotazione ultima	0.7526427%
Sezione critica 2 / rotazione ultima	1.691782%
Sezione critica 3 / rotazione ultima	1.866766%
Sezione critica 4 / rotazione ultima	1.931231%
Sezione critica 5 / rotazione ultima	0.9621602%

Figura 269. Finestra dei dettagli della risposta delle aste.

### 4.7.3. REGISTRO DEGLI EVENTI

COMANDO: MENU OUTPUT>REGISTRO DEGLI EVENTI

Questa finestra riporta un riepilogo del "Registro degli eventi". Da qui è possibile controllare tutto ciò che accade nella struttura, per ciascun passo dell'analisi eseguita, visualizzando gli eventi associati alla rottura o alla plasticizzazione degli elementi (pannelli ed aste), che si sono verificati nel corso delle analisi non lineari. E' possibile inoltre valutare la stima di vulnerabilità sismica in termini di spostamento per ciascun passo dell'analisi.

La finestra "registro degli eventi" è composta da:

- **Scheda di riepilogo** (cfr. Figura 270 – riquadro in blu): che riporta i parametri significativi del passo dell'analisi selezionato. E' inoltre disponibile il comando che consente di accedere alla finestra principale e visualizzare l'elemento soggetto ad un determinato evento. Da questa scheda è possibile leggere, per ogni passo dell'analisi (ivi riportato, sotto la voce Passo), il Cb (cfr. § 11.1.4), la PGA corrispondente e lo Spostamento corrispondente. Viene inoltre riportato la Deriva max di piano (massima deriva di piano dell'edificio viene raggiunto), e il punto di controllo corrispondente. Infine viene identificato l'elemento che subisce l'evento selezionato (ID elemento e parete a cui esso appartiene);
- **Barra dei comandi rapidi**: posta in alto alla finestra, sulla quale è disponibile (cfr. Figura 270 – riquadro in arancio) il menu di selezione dell'analisi che si sta visualizzando, i filtri di visualizzazione degli eventi, che consente di filtrare gli eventi riportati nel registro (al click sul comando Filtra, la barra delle informazioni si espande, visualizzando tutti gli eventi disponibili che è possibile visualizzare, agendo sui filtri corrispondenti) (cfr. Figura 272);
- **Tabella degli eventi**: posta sulla sinistra, che riporta i dettagli degli eventi verificatisi allo step di carico selezionato nella "barra degli eventi" (cfr. Figura 270 – riquadro in rosso);
- **Grafico della curva di capacità**: posto a destra, in cui sono indicati i passi delle analisi (cfr. Figura 270 – grafico);
- **Barra degli eventi**: riportata inferiormente, che consistente in una tabella in cui sono riportati gli eventi che si sono verificati, nel corso dell'analisi selezionata, in funzione della tipologia di elemento coinvolto (pannelli, asta, altro), e del passo dell'analisi selezionata. Tale tabella permette di portarsi al passo corrente, i cui eventi verranno visualizzati nella tabella degli eventi soprastante. Inoltre è possibile modificare il passo in cui vengono raggiunti gli stati limite, riposizionando i corrispondenti "cursori delle capacità" (Figura 270 – riquadro in verde e Figura 271 sui dettagli ).

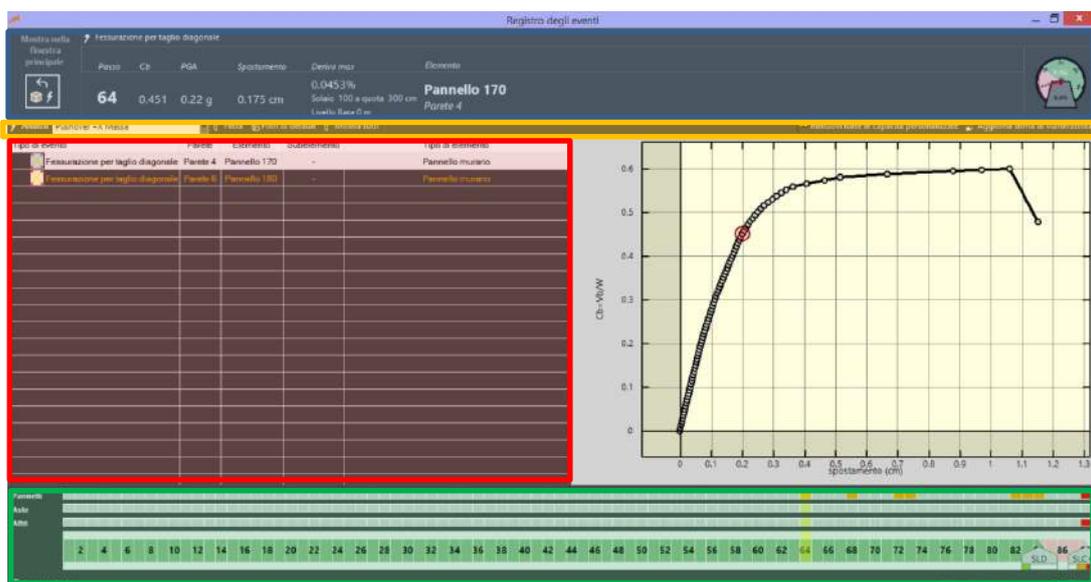


Figura 270. Finestra del registro degli eventi.

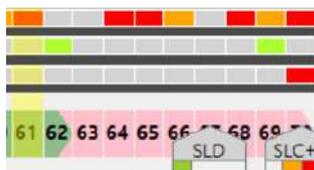


Figura 271. Cursori delle capacità corrispondenti agli stati limite.



Figura 272. Espandi visualizzazione dei filtri eventi.



### ATTENZIONE

Nei casi in cui si sia tenuto conto delle **rottture fragili a taglio delle aste in c.a.**, durante le analisi, selezionando nella finestra delle Opzioni del modello, l'opzione "Modello con rottture a taglio attive in fase di analisi" (cfr. § 4.2.4.1), accedendo al Registro degli eventi verranno segnalate immediatamente le rottture a taglio, traendo i dati ottenuti dal solutore. Viceversa, nei casi in cui non si tenga conto delle rottture fragili durante l'analisi, gli eventi corrispondenti alla crisi per taglio delle aste vengono valutati dall'interfaccia, al momento dell'accesso al registro degli eventi, con oneri maggiori in termini di tempi di elaborazione per la produzione del registro stesso



### APPROFONDIMENTO

Il raggiungimento del limite di deformazione a taglio per un pannello non comporta l'interruzione dell'analisi, e non determina il conseguimento di un limite in termini di capacità per la struttura. Raggiunto quel limite per un qualunque pannello, esso non sarà più considerato come elemento resistente, all'interno del modello globale dell'edificio, ma l'analisi procederà comunque.

Se si vuole considerare il raggiungimento di questo limite di deformazione, come criterio per la valutazione della capacità di uno stato limite (SLV), si può utilizzare il registro degli eventi per individuare il passo in cui si è verificata la rottura a taglio del primo pannello murario e personalizzare la capacità dello stato limite, spostando il cursore corrispondente. Per aggiornare la stima di vulnerabilità, in funzione della capacità personalizzata, basta cliccare sul comando "**Aggiorna Stima di Vulnerabilità**".

I criteri per la valutazione della capacità di spostamento relativa ai vari stati limite vengono suddivisi per tipologia, in specifiche schede:

- Criteri che dipendono dalla risposta globale
- Criteri specifici per la muratura (nello specifico quelli relativi ai maschi murari)
- Criteri per travi e pilastri in c.a.

Per una descrizione completa dei criteri per i vari stati limite si rimanda al par. § 4.2.1.6.1 Modifica degli Stati Limite.

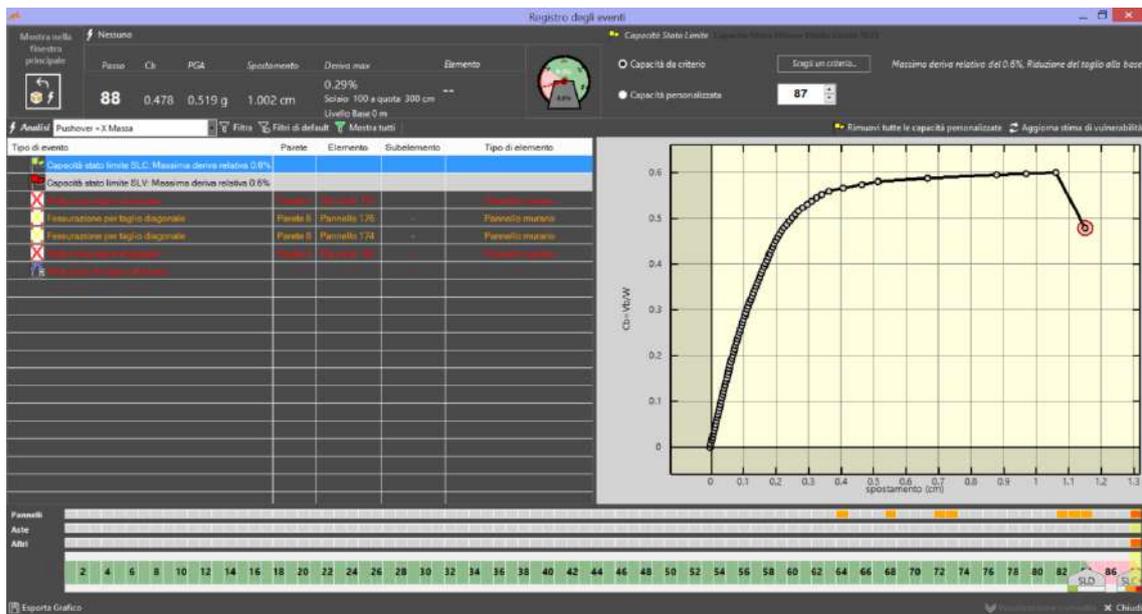


Figura 273. Cursori delle capacità corrispondenti agli stati limite.



### APPROFONDIMENTO

*Si illustra la procedura di calcolo della rotazione flessionale e della deformazione angolare di un maschio murario.*

*Con riferimento a un maschio murario composto da due o più macro-elementi, il raggiungimento della rotazione flessionale limite o della deformazione angolare limite a taglio avviene quando una sequenza passante (quindi che raggiunga i due allineamenti estremi del maschio) di pannelli contigui sia tale che ciascuno di questi pannelli raggiunga singolarmente uno dei due limiti cinematici considerati. (Si rimanda al manuale teorico per ogni approfondimento).*

*Nella figura sottostante si riportano alcuni esempi che rappresentano come questo criterio viene interpretato.*

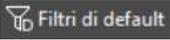
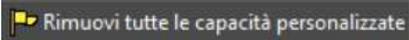
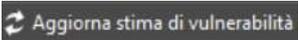
Schema di danno sui singoli elementi	Raggiungimento dello stato limite nel maschio murario
	SI
	SI

Schema di danno sui singoli elementi	Raggiungimento dello stato limite nel maschio murario
	NO

- Raggiungimento drift limite a presso-flessione
- Raggiungimento scorrimento angolare limite a taglio

La barra dei comandi rapidi permette l’attivazione dei seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Mostra nella finestra principale:</b> Visualizza l'elemento dove si è verificato l'evento selezionato nella "tabella degli eventi".</p>
	<p><b>Capacità stato limite:</b> permette la personalizzazione del criterio che identifica il raggiungimento dello stato limite selezionato. Tale comando è visibile quando viene selezionato nella "barra degli eventi" il passo dell'analisi corrispondente al raggiungimento di uno stato limite. E' possibile impostare la Capacità in corrispondenza di quello stato limite "da criterio" (che è possibile modificare cliccando sul pulsante "Scegli un criterio"), ovvero personalizzare la capacità, selezionando la voce "Capacità personalizzata" e scegliendo il passo dell'analisi. In quest'ultimo caso, il cursore corrispondente allo stato limite sarà portato al passo</p>

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	selezionato nella tabella del registro degli eventi.
	<b>Analisi:</b> seleziona l'analisi rispetto a cui visualizzare il registro degli eventi
	<b>Filtra:</b> visualizza i "filtri degli eventi" correntemente attivi.
	<b>Filtri di default:</b> attiva i filtri degli eventi secondo i criteri utilizzati nella scheda di riepilogo degli stati limite.
	<b>Mostra tutti:</b> visualizza tutti gli eventi rendendo attivi tutti i filtri.
	<b>Rimuovi capacità personalizzate:</b> ripristina le capacità degli stati limite (ricollocando i "cursori delle capacità" degli stati limite, presenti nella barra degli eventi) secondo le impostazioni definite nella scheda di "riepilogo degli stati limite".
	<b>Aggiorna stima di vulnerabilità:</b> consente di aggiornare la stima di vulnerabilità per l'analisi considerata, in funzione della capacità personalizzata impostata.
	<b>Esporta grafico:</b> esporta il grafico della risposta in formato di testo.

Dalla finestra del Registro degli eventi è anche possibile personalizzare le **Opzioni delle verifiche a taglio delle aste**, a cui è possibile accedere, cliccando sull'apposito comando posto in basso a sinistra, sotto la tabella del registro degli eventi. Si rimanda al § 11.3.1.2 relativo alle **Opzioni delle verifiche a taglio delle aste**.



**IMPORTANTE**

*Nella tabella del registro eventi vengono riportate al primo passo della analisi pushover selezionata, le indicazioni delle crisi per taglio delle aste (se ce ne sono state), che si sono verificate per carichi verticali ("Vert") (quindi prima dell'inizio dell'analisi pushover).*

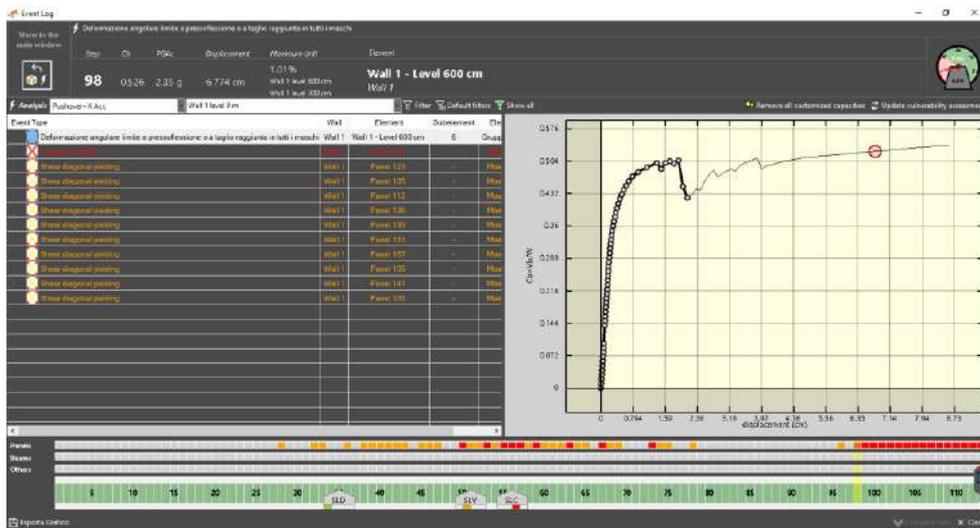


Figura 274. Capacità di spostamento allo stato limite di collasso – Criteri sulla risposta globale.

La finestra del registro degli eventi consente di individuare quelle pareti i cui maschi murari hanno raggiunto il limite di deformazione angolare e di rotazione flessionale stabiliti nei criteri di capacità, come descritti al capitolo precedente.

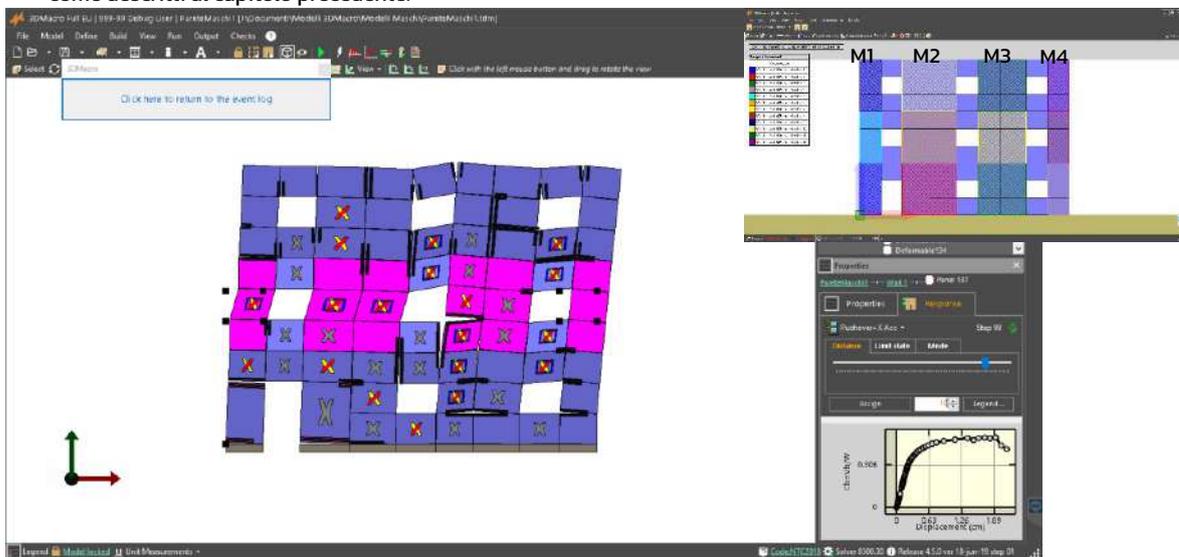


Figura 275. Lettura della risposta in termini di deformazione

Selezionando l'evento dalla finestra del registro eventi, attraverso il comando "mostra nella vista 3D", è possibile visualizzare i maschi murari nella vista 3D della finestra principale. I macro-elementi appartenenti ai maschi murari risulteranno allora selezionati. La risposta dei macro-elementi in termini di indicatori di superamento della deformazione angolare limite e della rotazione flessionale limite, sarà allora visualizzabile solo dopo aver deselezionato i relativi macro-elementi. La finestra di dettaglio della risposta (menu principale Output > Dettagli della risposta), riporta il

valore corrente della rotazione flessionale ( $\Phi$ ), e della deformazione angolare ( $\Gamma$ ) del singolo macro-elemento.

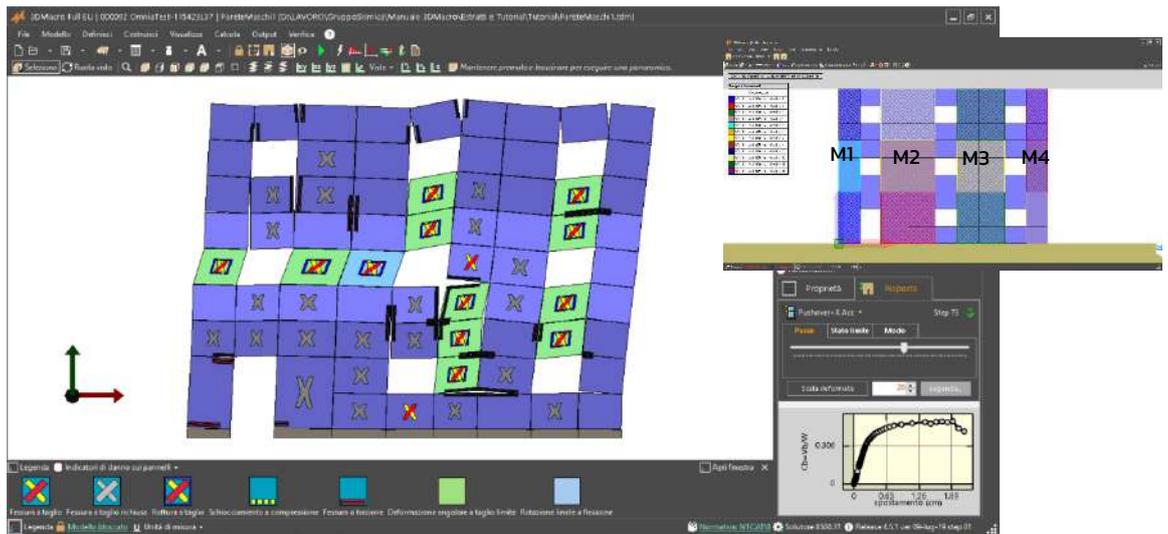


Figura 276. Lettura della risposta in termini di deformazione e individuazione dei limiti di rotazione a flessione e taglio sui pannelli

#### 4.7.4. RISPOSTA DELLA PARETE

COMANDO: MENU OUTPUT>RISPOSTA DELLA PARETE

Questo comando apre la finestra di visualizzazione della risposta dei pannelli murari e delle aste selezionate. Per attivare questo comando è necessario selezionare un elemento (pannello, asta) della parete di cui si vuole visionare la risposta, dalla finestra centrale di visualizzazione (cfr. § 2.1).

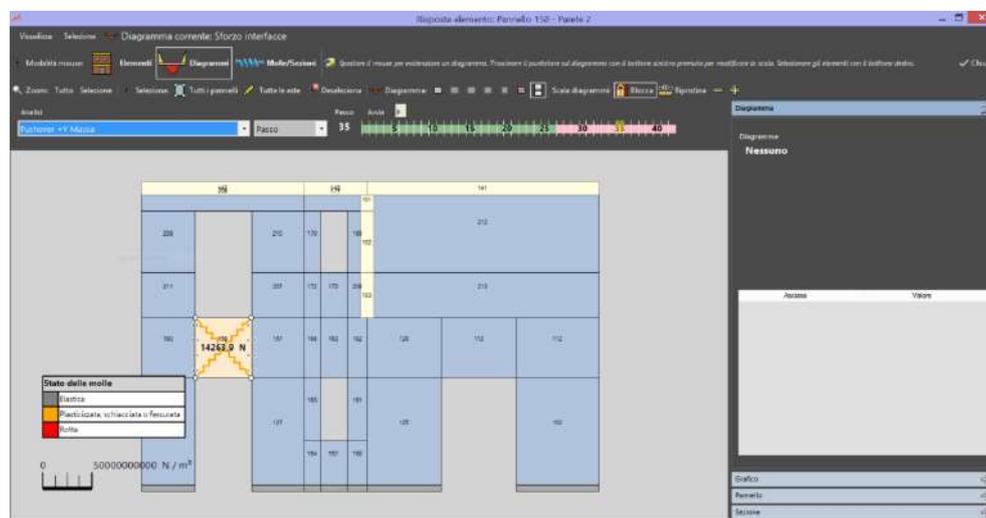


Figura 277. Risposta della parete.

La finestra **“Risposta della parete”** dispone di tre menu a discesa:

- **Visualizza:** contiene i comandi che consentono di personalizzare le opzioni di visualizzazione degli elementi della parete (aste, pannelli, molle diagonali e di interfaccia) e di abilitare o disabilitare la visualizzazione di aste, numeri identificativi degli elementi e legenda.

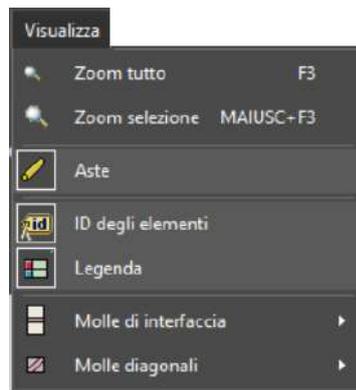


Figura 278. Risposta della parete – Menu Visualizza.

- **Selezione:** contiene i comandi che consentono di selezionare/deselezionare gli elementi della parete (pannelli, aste).



Figura 279. Risposta della parete – Menu Selezione.

- **Diagramma corrente:** contiene i comandi che consentono di visualizzare (portandosi nella modalità mouse "Diagrammi") il diagramma corrente selezionato.

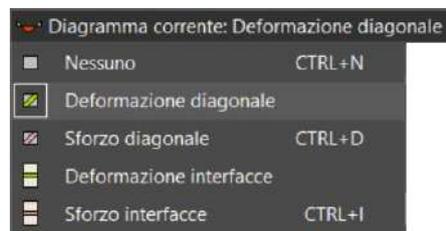


Figura 280. Risposta della parete – Menu Diagramma corrente.

Inoltre la finestra è così composta:

- **In alto** sono riportate le barre dei comandi frequenti di selezione e visualizzazione:
  - **Modalità mouse:** contiene i comandi che consentono di selezionare gli elementi della parete (pannelli o aste), i diagrammi degli elementi selezionati, le molle diagonali o di interfaccia e le sezioni delle aste.
  - **Zoom:** contiene i comandi che consentono di effettuare uno zoom esteso di tutta la parete (Tutto), o specifico dell'elemento selezionato (Selezione).
  - **Selezione:** contiene i comandi che consentono di selezionare tutto un insieme di elementi della parete corrente (tutti i pannelli o le aste) e di deselezionare la selezione corrente.
  - **Diagramma:** contiene i comandi che consentono di visualizzare i diagrammi dell'elemento selezionato. In funzione del tipo di elemento, si attivano i diagrammi corrispondenti. In particolare, per le aste sono disponibili i diagrammi dello spostamento trasversale nel piano, sforzo normale, taglio e momento, mentre per i pannelli sono disponibili i diagrammi dello sforzo lungo le molle diagonali e lungo quelle trasversali di interfaccia.
  - **Scala diagrammi:** contiene i comandi che consentono di modificare (aumentare o ridurre) la scala di visualizzazione dei diagrammi.

- **Al centro** è presente l'area grafica di visualizzazione della parete, ove è possibile selezionare gli elementi che la costituiscono (pannelli, aste) e visualizzare i diagrammi dei singoli componenti dell'elemento stesso. Ricordiamo che: i componenti dei pannelli murari sono le molle diagonali e le molle di interfaccia, mentre i componenti delle aste sono le sezioni di verifica e le eventuali molle di interfaccia con i pannelli murari.
- Inoltre sopra l'area grafica sono presenti i seguenti comandi di selezione:
  - Il menu a tendina "Analisi" permette di selezionare l'analisi per cui si intende visualizzare la risposta degli elementi selezionati.
  - Il menu a tendina "Passo" permette di scegliere il passo (o step) dell'analisi selezionata, e di portarsi direttamente sul passo dell'analisi corrispondente ad un predefinito Stato Limite (SLD, SLV).
  - La barra dei passi dell'analisi selezionata, che permette di portarsi al passo desiderato, in corrispondenza del quale è possibile visualizzare la risposta degli elementi selezionati. Cliccando sul tasto "Avvia", è possibile scorrere la barra dei passi dell'analisi e visualizzare i corrispondenti valori della risposta al passo.
- **A destra** sono disponibili le seguenti schede:
  - **Scheda Diagramma:** in cui sono riportati i valori numerici degli sforzi sulle molle diagonali o di interfaccia dei pannelli, degli spostamenti (o rotazioni), e delle caratteristiche delle sollecitazioni degli elementi selezionati. Detti valori vengono visualizzati stando col mouse sul diagramma riportato nell'area grafica. I valori corrispondenti variano dinamicamente, al variare della posizione (l'ascissa corrente) sull'elemento selezionato. .
  - **Scheda Grafico:** in cui è visualizzata la curva carico-spostamento del componente selezionato;
  - **Scheda Pannello:** in cui è visualizzata la
  - **Scheda Sezione:** nel caso in cui è stata selezionata un'asta in questa scheda è possibile visualizzare le caratteristiche specifiche della sezione (nome, forma, dimensioni, materiale ed armatura) e una rappresentazione grafica della stessa e degli assi coordinati. E' inoltre possibile visualizzare il Dominio di resistenza della sezione.



### ATTENZIONE

*I contenuti delle schede suddette sono attivi solo selezionando l'elemento o il diagramma corrispondente. Ad esempio, per poter visualizzare i valori numerici degli sforzi sulle molle diagonali, riportate nella scheda "Diagramma", occorre prima selezionare il pannello (tramite i comandi di selezione sulla barra "Modalità Mouse"), quindi tramite i comandi di visualizzazione riportati sulla barra dei Diagrammi, selezionare il comando "Diagramma dello sforzo diagonale nei pannelli", oppure, cliccare col tasto destro del mouse sull'elemento (pannello) selezionato, e scegliere dal menu contestuale il comando "Evidenzia diagrammi".*

- **In basso a sinistra**, infine, è presente la barra delle informazioni, in cui vengono riportati i valori numerici degli sforzi sulle molle diagonali o di interfaccia dei pannelli, degli spostamenti (o rotazioni), e delle caratteristiche delle sollecitazioni degli elementi selezionati.

#### 4.7.4.1. RISPOSTA DEI PANNELLI MURARI

È possibile visualizzare la risposta dei pannelli murari in termini di:

- Deformazione della molla diagonale;
- Sforzo della molla diagonale;
- Deformazione delle molle di interfaccia;
- Sforzo delle molle di interfaccia.

Per ciascuna caratteristica è possibile visualizzare la risposta secondo due modalità, disponibili dal menu contestuale dei pannelli.

- **Modalità diagrammi:** consente la visualizzazione dei diagrammi degli sforzi o delle deformazioni dei vari componenti dell'elemento selezionato, che vengono riportati nella scheda "Diagramma". Consente inoltre la valutazione puntuale del valore dello sforzo o della deformazione del componente selezionato;
- **Modalità molle:** permette di selezionare le singole molle (diagonali o di interfaccia) per poter visualizzare la relativa risposta: tale procedura permette di visualizzare nella scheda "Grafico" la curva di carico-spostamento relativa all'analisi selezionata.

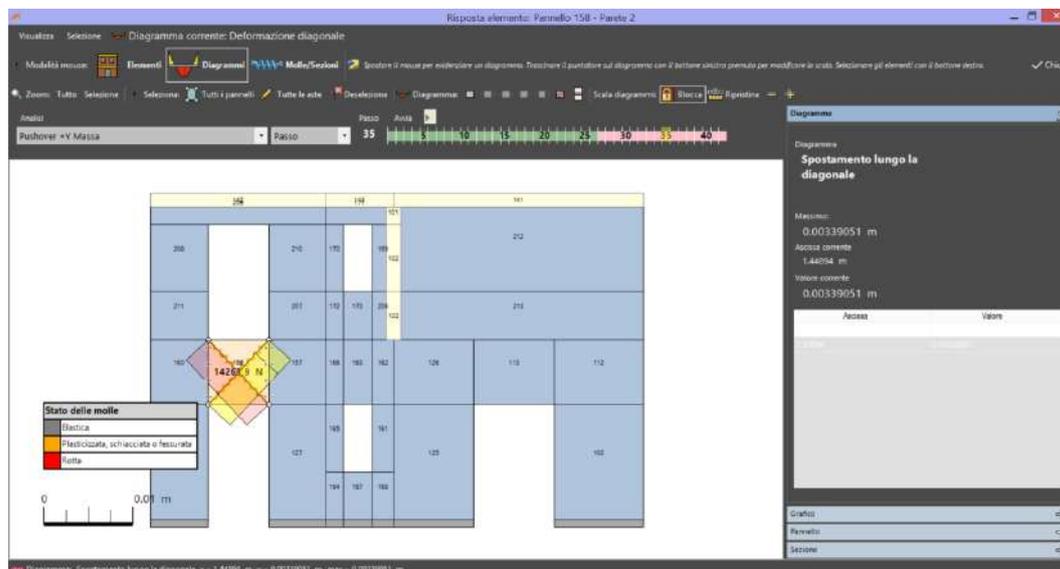
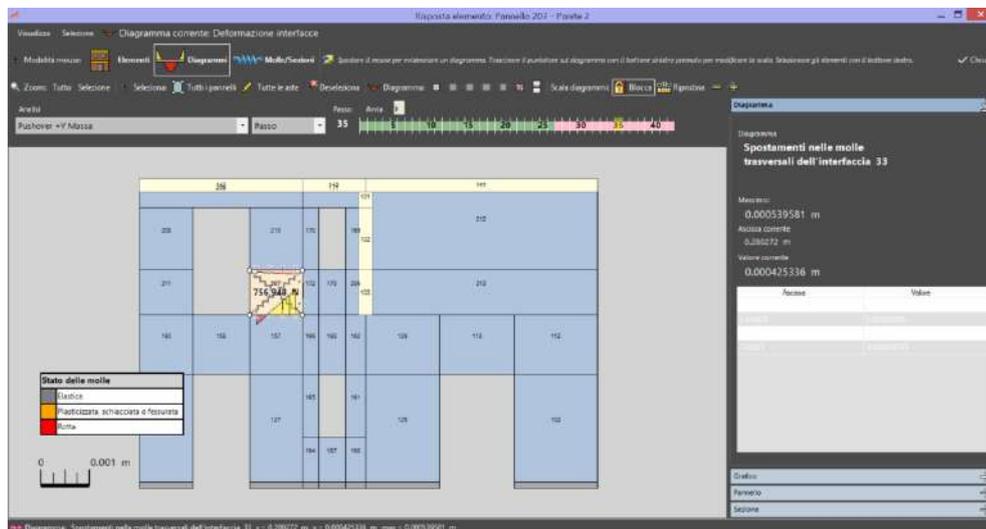
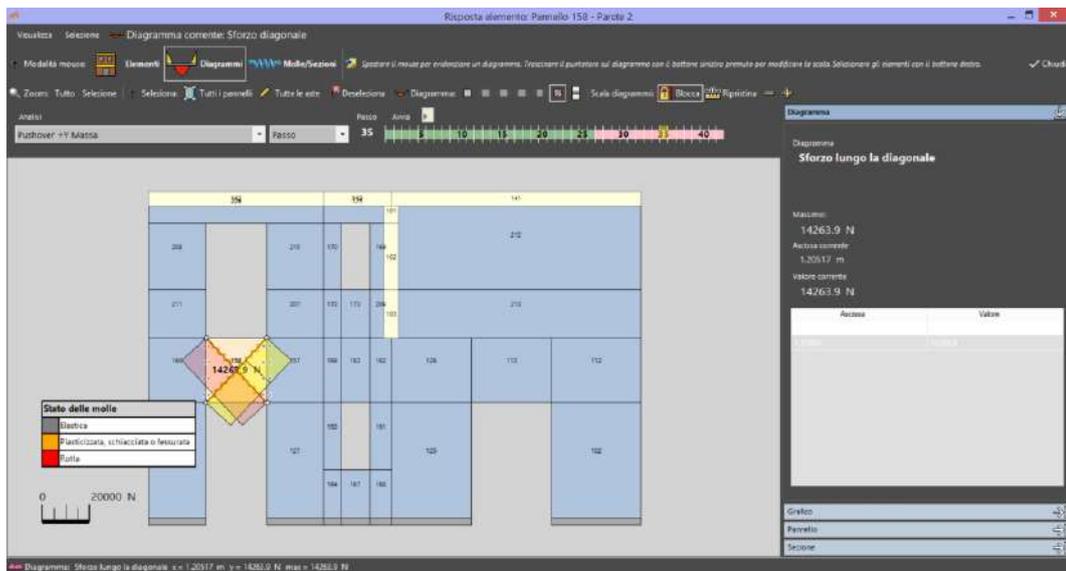


Figura 281. Finestra per la visualizzazione della risposta di un pannello (Modalità mouse - Diagrammi) in termini di deformazione (allungamento/accorciamento) lungo le molle diagonali. A destra la scheda proprietà indica l'allungamento (o accorciamento) massimo della molla selezionata in valore assoluto e il valore corrente relativo all'ascissa selezionata. Nella barra delle informazioni in basso è riportato il valore puntuale del diagramma di deformazione della molla diagonale selezionata (in termini di allungamento, se maggiore di zero, o di accorciamento, se minore di zero).



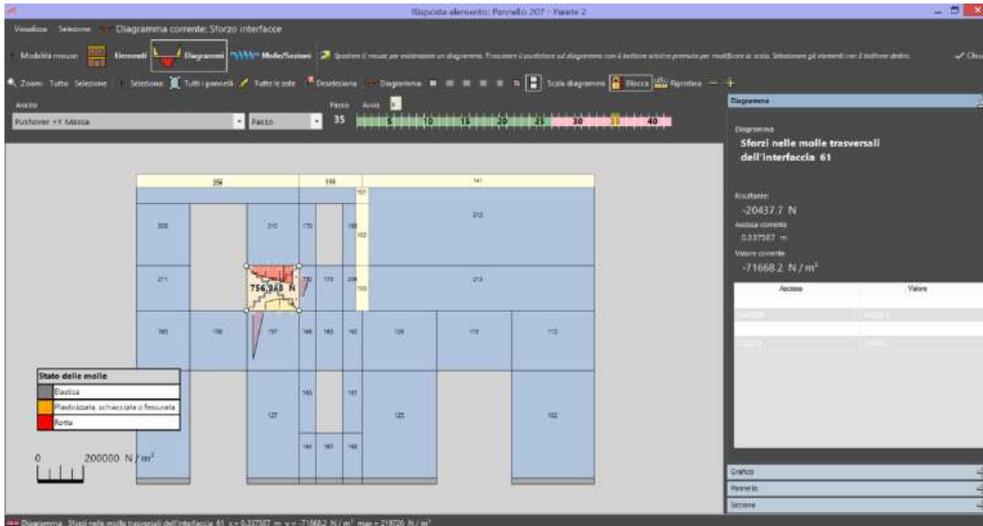


Figura 284. Finestra per la visualizzazione della risposta di un pannello (Modalità mouse – Diagrammi) in termini di sforzo delle molle di interfaccia. A destra la scheda Diagramma indica la forza risultante della molla selezionata e il valore dello sforzo in corrispondenza dell'ascissa corrente. Nella tabella in basso è riportato il valore puntuale del diagramma dello sforzo delle molle di interfaccia al variare dell'ascissa.

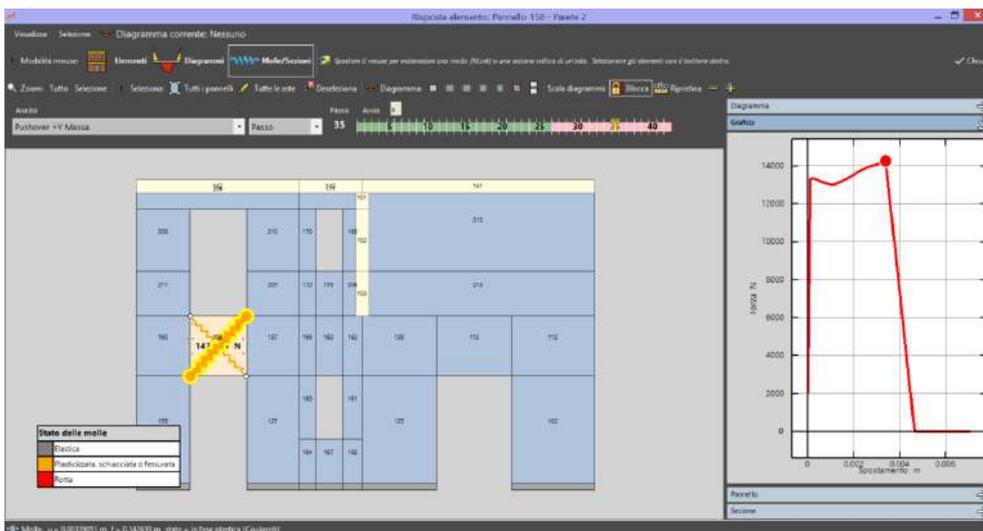


Figura 285. Finestra per la visualizzazione della risposta di un pannello (Modalità mouse – Molle/Sezioni) in termini di deformazione (Grafico forze/spostamento) delle molle diagonali. A destra la scheda grafico riporta il diagramma di carico della molla selezionata.

In basso, sulla barra delle informazioni, è riportato il valore dello spostamento  $u$  (allungamento o accorciamento) e lo sforzo  $f$ , nonché lo stato della molla diagonale.

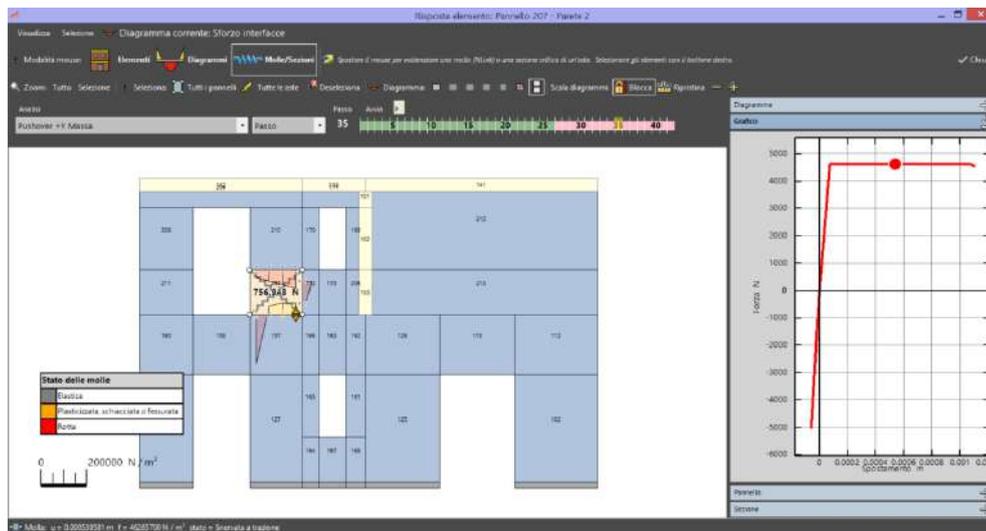


Figura 286. Finestra per la visualizzazione della risposta di un pannello (funzione del mouse evidenzia molle) in termini di sforzo delle molle flessionali di interfaccia. A destra la scheda grafico riporta il diagramma di carico della molla selezionata. Sulla barra delle informazioni in basso è riportato il valore dello spostamento  $u$  (allungamento o accorciamento) e lo sforzo  $f$ , nonché lo stato della molla flessionale di interfaccia.

#### 4.7.4.2. RISPOSTA DEGLI ELEMENTI ASTA

È possibile visualizzare la risposta degli elementi asta in termini di:

- Spostamento
- Rotazione
- Forza
- Momento

Per ciascuna caratteristica è possibile visualizzare la risposta secondo due modalità:

- Modalità diagrammi:** consente la visualizzazione dei diagrammi degli sforzi o delle deformazioni dei vari componenti dell'elemento selezionato. Consente inoltre la valutazione puntuale del valore dello sforzo o della deformazione del componente selezionato;
- Modalità molle:** permette di selezionare le singole molle (di interfaccia delle aste con i pannelli murari) per poter visualizzare la relativa risposta: tale procedura permette di visualizzare nella scheda grafico la curva di carico-spostamento relativa all'analisi selezionata.

Per ciascuna caratteristica è possibile visualizzare la risposta secondo le direzioni:

- Assiale (direzione 1-1);
- Flessionale (direzione 2-2), che di default è quella giacente nel piano della parete;
- Flessionale (direzione 3-3), che di default è quella ortogonale al piano della parete.



#### ATTENZIONE

*Sarà possibile selezionare solo gli assi per i quali la grandezza specificata è ammessa, compatibilmente col comportamento dell'asta.*

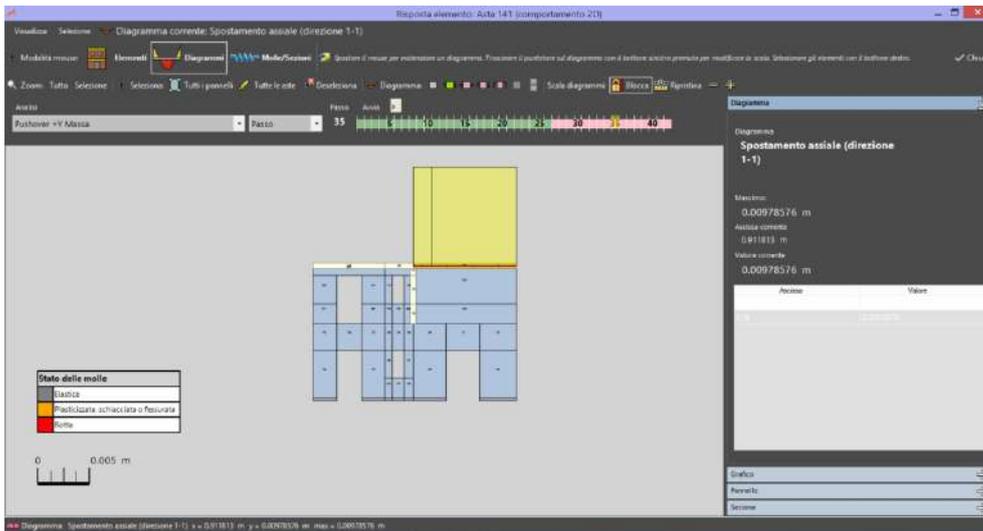


Figura 287. Finestra per la visualizzazione della risposta di un'asta (Modalità mouse - Diagrammi) in termini di spostamento assiale in direzione 1-1. A destra la scheda Diagnostica riporta il valore massimo dello spostamento in valore assoluto e il valore corrente in corrispondenza dell'ascissa selezionata. Nella tabella in basso è riportato il valore dello spostamento, in funzione della ascissa.

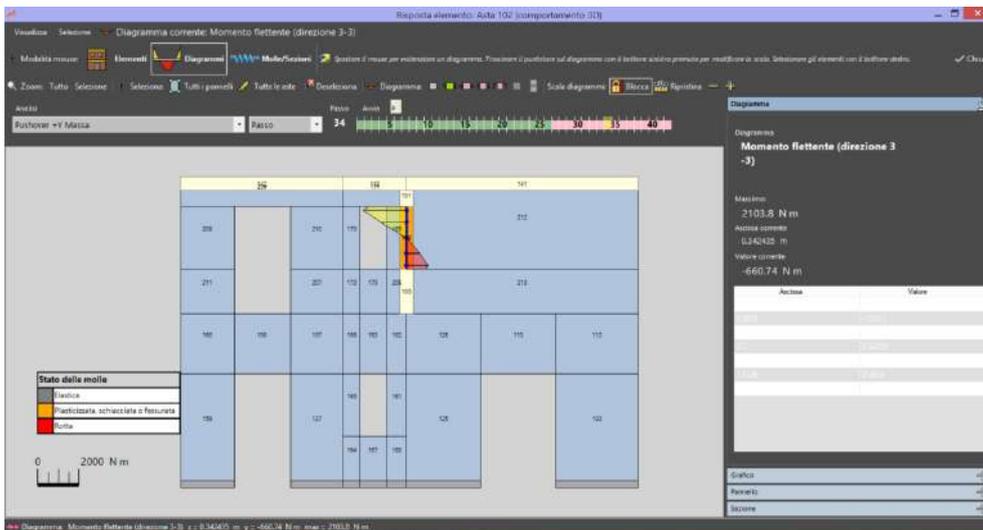


Figura 288. Finestra per la visualizzazione della risposta di un'asta (Modalità Mouse - Diagrammi) in termini di rotazioni in direzione 3-3. A destra la scheda proprietà riporta il valore massimo della rotazione in valore assoluto e quello corrente della sezione selezionata. Nella tabella in basso sono riportati i valori della rotazione, in funzione della ascissa.

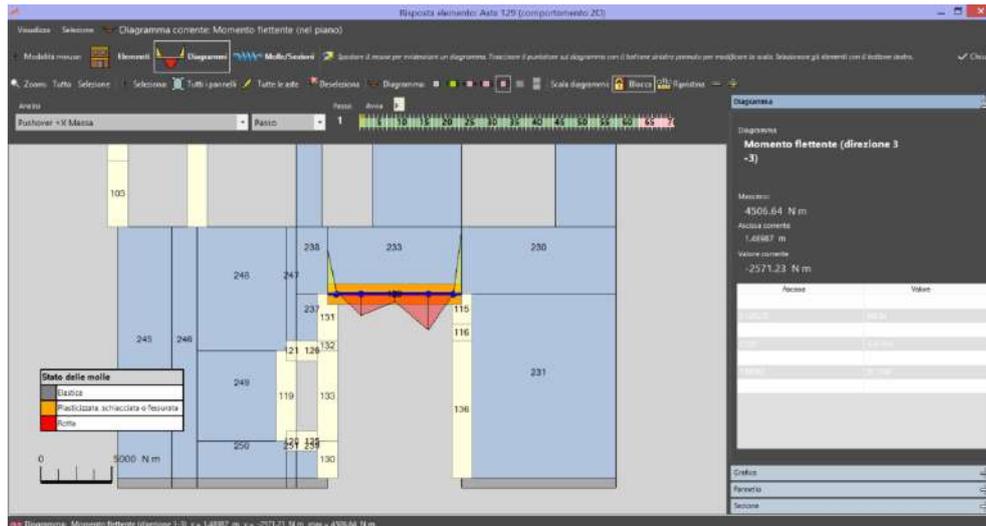


Figura 289. Finestra per la visualizzazione della risposta di un'asta (Modalità mouse - Diagrammi) in termini di momenti flettenti in direzione 3-3. A destra la scheda proprietà riporta il valore massimo del momento flettente in valore assoluto e quello in corrispondenza dell'ascissa corrente. Nella tabella in basso sono riportati i valori del momento flettente, in funzione della ascissa.

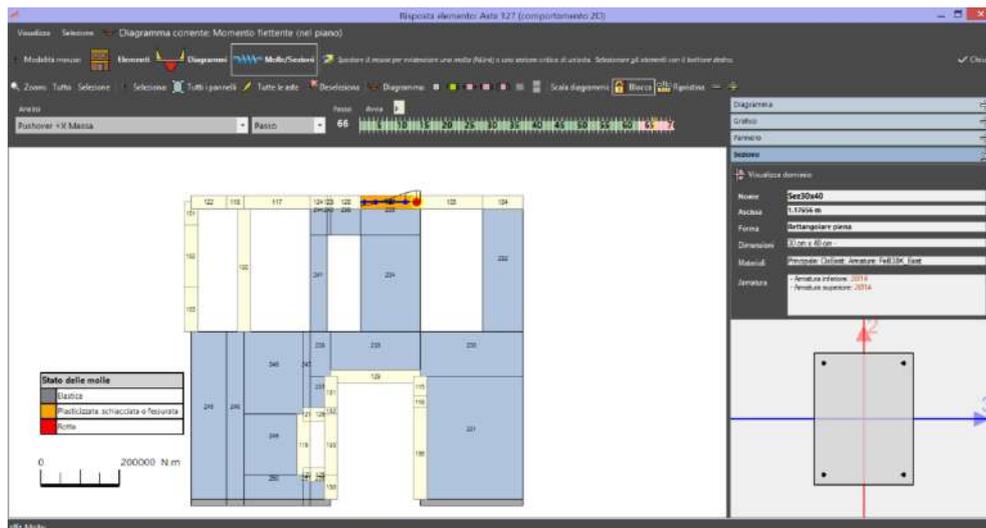


Figura 290. Finestra per la visualizzazione della risposta di un'asta (Modalità mouse - Molle/Sezioni) in termini di momenti flettenti in direzione 3-3. A destra la scheda sezione riporta le caratteristiche (nome, forma, dimensioni, materiali e armatura), il disegno della sezione con i relativi assi coordinati e l'ascissa della sezione corrente. Mediante il comando E' possibile visualizzare il Dominio di resistenza della sezione e lo stato della sezione corrente dell'asta.

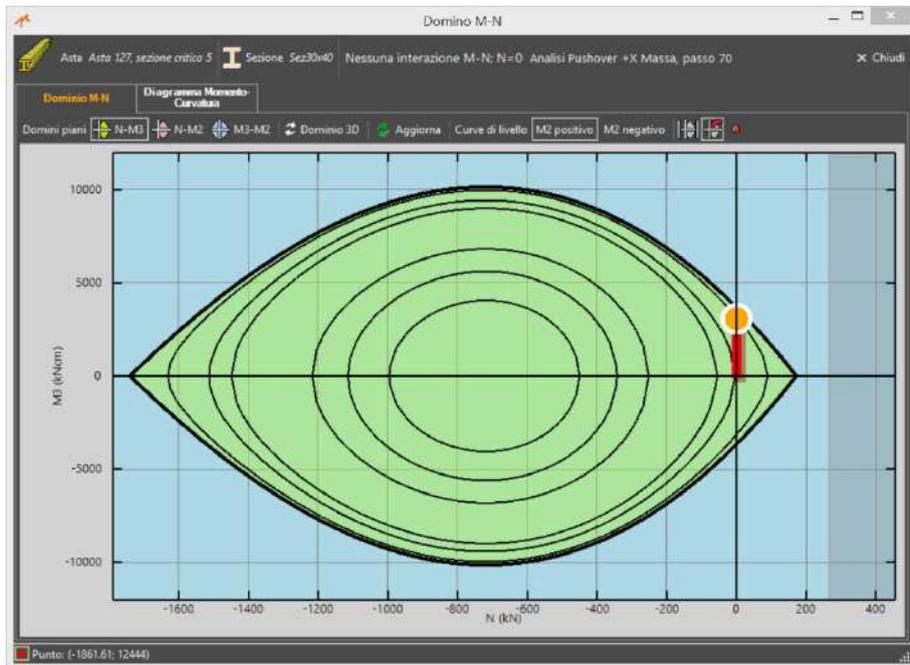


Figura 291. Visualizza dominio di resistenza della sezione, in cui viene rappresentato anche lo stato della sezione corrente dell'asta.

#### 4.7.5. REPORT: RELAZIONE E TABULATI DI CALCOLO

COMANDO: MENU OUTPUT>REPORT

L'ambiente di lavoro dedicato ai "Report" permette di personalizzare i documenti di output del software, ossia la relazione e i tabulati di calcolo. Permette di visualizzarli su schermo, di stamparli e di esportarli (in formato .DOCX compatibile con Microsoft Word). Per maggiori approfondimenti cfr. § 13.

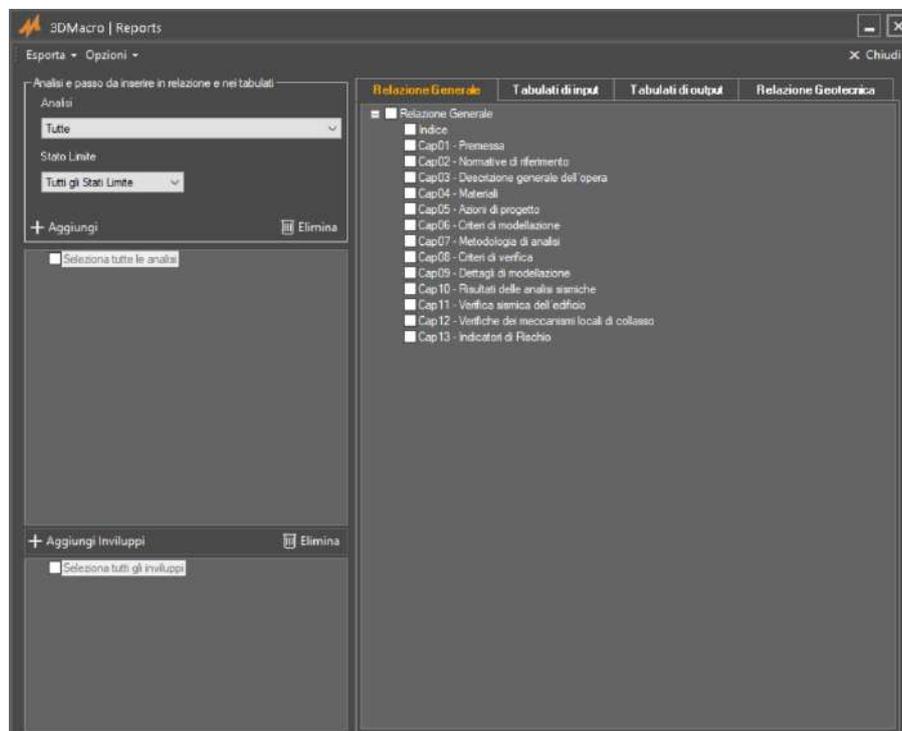


Figura 292. Finestra report: relazione e tabulati di calcolo.

#### 4.7.6. INDICATORI DI RISCHIO

COMANDO: MENU OUTPUT>INDICATORI DI RISCHIO

La finestra contiene una tabella in cui si riportano gli indicatori di rischio, in termini di Accelerazione al suolo (*PGA – Peak Ground Acceleration*) o di Tempo di ritorno (*Tr*), per ogni evento e per ciascuno Stato Limite considerato (*SLO, SLV, SLC*). Gli indicatori di rischio riportati in questa tabella sono quelli minimi, tra tutti quelli ottenuti da ciascuna analisi eseguita (il confronto viene eseguito per direzioni principali (*x* e *y*) e per altre direzioni (tutte le altre bidirezionali).

Nella colonna **Analisi** viene indicata l'Analisi a cui corrisponde l'indicatore di rischio minimo, ivi riportato. Nella colonna **Elemento**, invece, viene indicato l'elemento (tipo e ID) interessato dal meccanismo (evento) tabellato.

Nella tabella sono evidenziati in verde i valori degli indicatori di rischio che soddisfano la verifica considerata, mentre sono riportati in rosso quelli corrispondenti ad un esito negativo della verifica corrispondente.



## APPROFONDIMENTO

Noti i valori di riferimento della PGA (Peak Ground Acceleration) rappresentativi della richiesta prestazionale in termini di accelerazione, per ciascuno Stato limite ( $PGA_{DLG}$ ,  $PGA_{DLV}$ ,  $PGA_{DLD}$ ,  $PGA_{DLO}$ ) e i rispettivi valori di PGA corrispondenti alla capacità della struttura di resistere a determinati eventi significativi ( $PGA_{CLG}$ ,  $PGA_{CLV}$ ,  $PGA_{CLD}$ ,  $PGA_{CLO}$ ), si ottiene l'indice di rischio, come rapporto tra l'accelerazione (PGA) corrispondente alla Capacità e quella corrispondente alla Domanda, per ciascuno stato limite considerato. Valori degli indici di rischio prossimi o superiori all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle Norme, diversamente, valori bassi e prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al capitolo 11.1.

Evento	Accelerazione al suolo (PGAc)	Tempo di ritorno (Tr)	Indicatore di Rischio SLD	Indicatore di Rischio SLD	Indicatore di Rischio SLV	Indicatore di Rischio SLC	Analisi	Elemento
Rottura a taglio nella muratura	0.403 g	1529 anni	5,133	3,269	1,280	1,233	PO +X Acc	Pannello 326
Rotazione limite nella muratura	non rilevata	non rilevata						
Rottura a taglio in un'asta	non rilevata	non rilevata						
Rotazione di snervamento in un'asta	non rilevata	non rilevata						
3/4 della rotazione ultima in un'asta	non rilevata	non rilevata						
Rottura a flessione in un'asta	non rilevata	non rilevata						
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLE)	non eseguita	non eseguita						
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLU)	non eseguita	non eseguita						
Verifica globale in termini di forza (SLV)	0.446 g						+X Acc	
- Direzione X	0.446 g						+X Acc	
- Direzione Y	0.446 g						+Y Massa + e	
- Altre direzioni	non eseguita							
Verifica globale in termini di forza (SLC)	0.446 g							
- Direzione X	0.446 g							
- Direzione Y	0.446 g							
- Altre direzioni	non eseguita							
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.169 g	106.636 anni		1,367			PO +X Acc	
- Direzione X	0.169 g	106.636 anni		1,367			PO +X Acc	
- Direzione Y	0.205 g	169.616 anni		1,853			PO +Y Massa + e	
- Altre direzioni	non eseguita							
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.446 g	2475 anni		1,417			PO +X Acc	
- Direzione X	0.446 g	2475 anni		1,417			PO +X Acc	
- Direzione Y	0.446 g	2475 anni		1,417			PO +Y Massa + e	
- Altre direzioni	non eseguita							

Figura 293. Tabella degli Indicatori di rischio e Correzione della PGA con Tr oltre i limiti di normativa. Lampadina accesa e comando attivo significa correzione sulle PGA applicate, come richiesto dalle NTC.

Se TR supera i limiti di normativa (ovvero Tr inferiore a 30 anni o Tr superiore a 2475 anni) la PGA di domanda e di capacità viene corretta per  $Tr = 30$  anni o  $Tr=2475$  anni, per evitare che i corrispondenti TR siano al di fuori dell'intervallo di normativa.

E' possibile, agendo sul corrispondente comando "Correggi PGA con Tr oltre i limiti di normativa" ed eliminare questo controllo.

**Se il comando "Correggi PGA con Tr oltre i limiti di normativa" (con lampadina accesa) è attivo**, allora la PGA di domanda e di capacità vengono corrette, evitando che i corrispondenti Tempi di ritorno vadano fuori dal range imposto dalla normativa:  $Tr = 30$  anni e  $Tr=2475$  anni.

**Cliccando sul comando "Correggi PGA con Tr oltre i limiti di normativa" la correzione viene eliminata (la lampadina si spegne) e la descrizione del comando cambia in "Non correggere PGA con Tr oltre i limiti di normativa"**. In tal caso la correzione sulle PGA non viene applicata e la PGA viene calcolata utilizzando valori di Tr anche superiori a 2475 anni o inferiori a 30 anni. Viene comunque applicato un limite inferiore a Tr pari a 10 anni.

Evento	Accelerazione al suolo (PGA <sub>c</sub> )	Tempo di ritorno (Tr)	Indicatori di Rischio SLO	Indicatori di Rischio SLD	Indicatori di Rischio SLV	Indicatori di Rischio SLC	Analisi	Elemento
Rottura a taglio nella muratura	0.403 g	1528 anni	5.125	3.259	1.280	7.233	PO +X Acc	Pannello 326
Rotazione limite nella muratura	non rilevata	non rilevata						
Rottura a taglio in un'asta	non rilevata	non rilevata						
Rotazione di svernamento in un'asta	non rilevata	non rilevata						
3/4 della rotazione ultima in un'asta	non rilevata	non rilevata						
Rottura a flessione in un'asta	non rilevata	non rilevata						
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLE)	non eseguita	non eseguita						
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLU)	non eseguita	non eseguita						
Verifica globale in termini di forza (SLV)	0.618 g	2475 anni			1.961		PO +X Acc	
- Direzione X	0.618 g	2475 anni			1.961		PO +X Acc	
- Direzione Y	0.797 g	2475 anni			2.537		PO +Y Massa + e	
- Altre direzioni	non eseguita							
Verifica globale in termini di forza (SLC)	0.618 g	2475 anni						
- Direzione X	0.618 g	2475 anni						
- Direzione Y	0.797 g	2475 anni						
- Altre direzioni	non eseguita							
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.169 g	106.638 anni		1.367			PO +X Acc	
- Direzione X	0.169 g	106.638 anni		1.367			PO +X Acc	
- Direzione Y	0.205 g	169.616 anni		1.650			PO +Y Massa + e	
- Altre direzioni	non eseguita							
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.156 g	87.3553 anni			0.494		PO +X Acc	
- Direzione X	0.156 g	87.3553 anni			0.494		PO +X Acc	
- Direzione Y	0.178 g	119.889 anni			0.564		PO +Y Massa + e	
- Altre direzioni	non eseguita							

Figura 294. Tabella degli Indicatori di rischio senza la Correzione della PGA con Tr oltre i limiti di normativa. Lampadina spenta e comando "non correggere PGA con Tr oltre i limiti di normativa"

4.7.7. SISMA BONUS

COMANDO: MENU OUTPUT>SISMA BONUS

Da questa finestra è possibile caratterizzare il modello corrente (Stato di Fatto o di Progetto), ed esportare o importare sotto forma di file dati, le informazioni necessarie per valutare il "Sisma Bonus", (ovvero valutare l'effetto di mitigazione del rischio sismico, conseguito a seguito di un intervento progettato) ed infine esportare la Asseverazione conforme all'Allegato B del Decreto Ministeriale 58 del 28/02/2017 e ss.mm.i. come integrato e modificato dal D.M. n. 67 del 07/03/2017 e recente SISMA BONUS 2020 – D.M. 06-08-2020). Si rimanda al paragrafo di pertinenza per i dettagli.

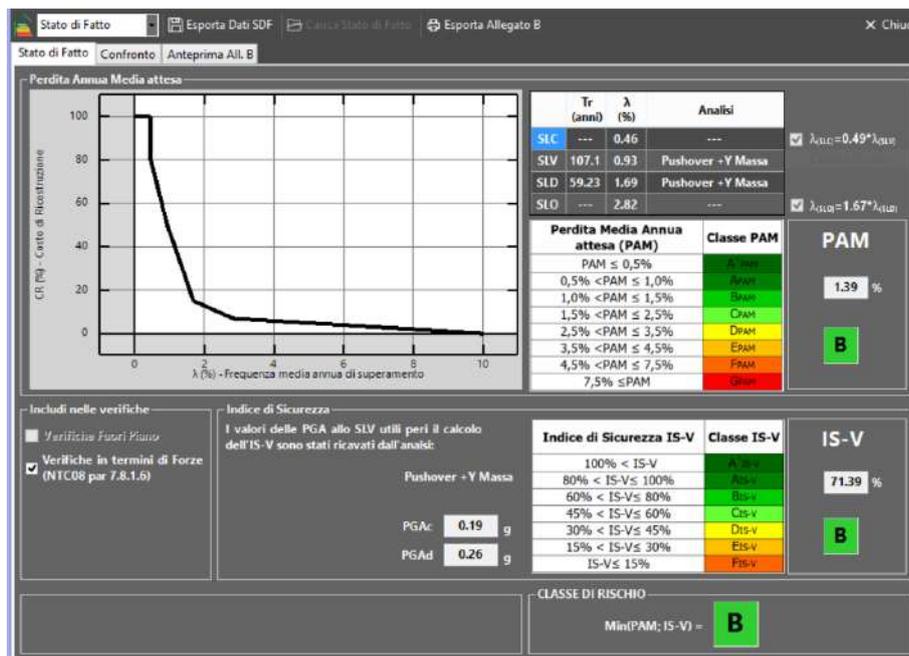


Figura 295. Finestra per la Classificazione del Rischio Sismico

## 4.8. MENU VERIFICA

Il menu "Verifica" contiene tutti gli strumenti per la gestione delle verifiche globali e locali della struttura: verifiche sismica, verifiche dei meccanismi di ribaltamento locali, verifiche statiche, verifiche a taglio, verifiche geotecniche.

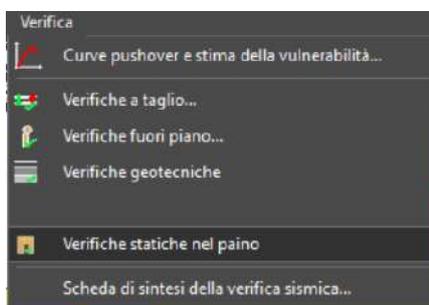


Figura 296. Menu Verifica.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	Visualizza le curve di capacità ed esegue la stima di vulnerabilità sismica (cfr. § 11.1).
	Verifiche a taglio. Attivando le rotture a taglio delle aste in fase di analisi (cfr. § 4.2.4.1), viene inibita la verifica a taglio delle aste in c.a., e il presente comando risulta sempre disabilitato.
	Verifica dei cinatismi fuori piano (cfr. § 11.2)
	Verifiche geotecniche.
	Verifiche statiche nel piano (cfr. § 11.4)
	Scheda di sintesi della vulnerabilità sismica

### 4.8.1. CURVE PUSH-OVER E STIMA DELLA VULNERABILITÀ

COMANDO: MENU VERIFICA > CURVE PUSH-OVER E STIMA DI VULNERABILITÀ

Questo comando apre la finestra che permette di visualizzare nella scheda Stime di Vulnerabilità le curve di push-over relative alle analisi eseguite. Per ogni analisi vengono visualizzate le curve di push-over di tutti i punti di controllo.



Figura 297. Finestra delle Verifiche di Vulnerabilità Sismica. Vista Grafici e Stima di Vulnerabilità.

Dalla stessa finestra è possibile accedere alla scheda Capacity dominium: ambiente di visualizzazione, utile per la sintesi e l'interpretazione dei risultati delle analisi a scansione angolare.

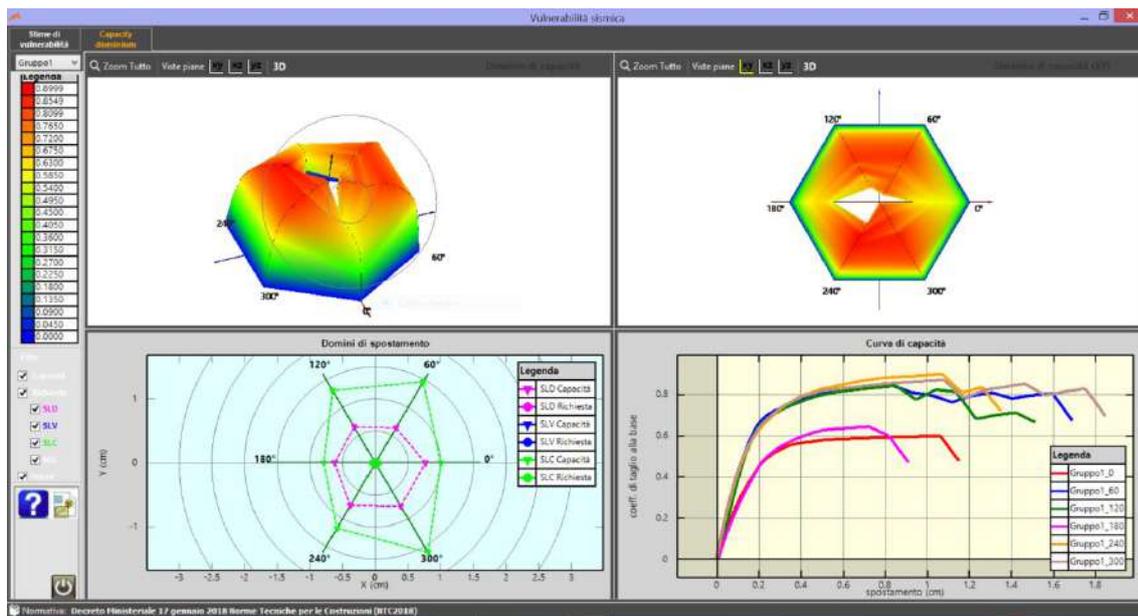


Figura 298. Finestra di Stima di vulnerabilità e Visualizzazione del Capacity Dominium.

#### 4.8.1.1. STIME DI VULNERABILITÀ

Con riferimento alla scheda Stime di Vulnerabilità, sulla barra delle informazioni in basso è disponibile un comando che consente di visualizzare i Dettagli dell'analisi selezionata. A sinistra vengono riportati i dettagli e l'esito della stima di vulnerabilità, e la verifica in termini di spostamento, per ciascuno stato limite considerato. A destra il fattore di sicurezza relativo alla verifica in termini di forze.

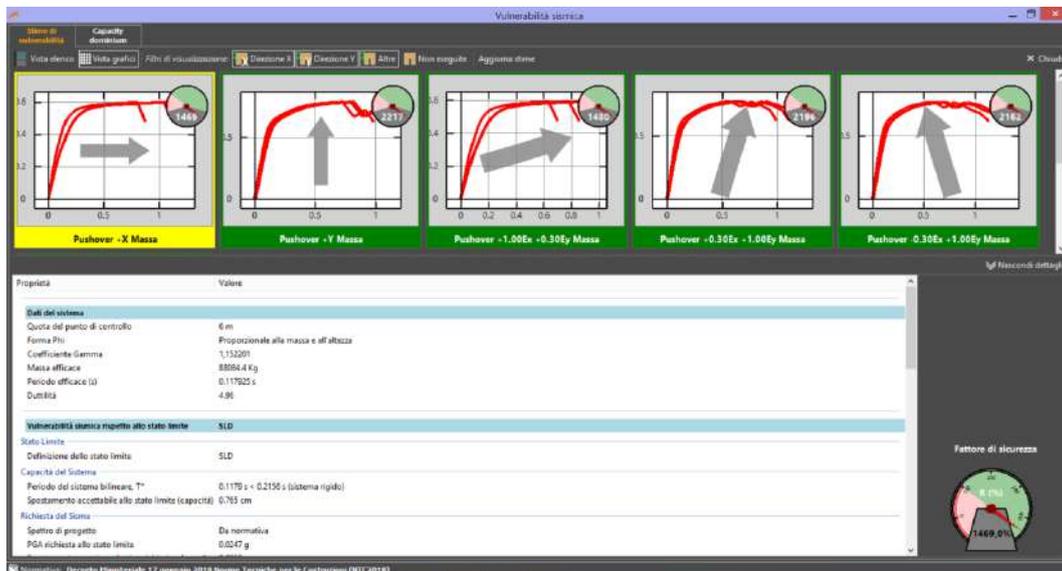


Figura 299. Dettagli Verifiche di Vulnerabilità Sismica. Vista Grafici.



Figura 300. Menu contestuale Pushover – Stima di Vulnerabilità.

Nella modalità di vista grafici, selezionando un riquadro corrispondente ad una analisi eseguita è possibile accedere (col tasto destro del mouse) ad un menu contestuale, da cui è possibile eseguire i seguenti comandi:

- Visualizza...** : visualizza l'ambiente di Verifica e Stima vulnerabilità per la analisi selezionata.
- Registro degli eventi:** visualizza il registro degli eventi (cfr. S 4.7.3).
- Riesegui l'analisi Pushover ...** : riesegue l'analisi push-over selezionata.
- Apri finestra di esecuzione analisi ...** : apre la finestra che consente di selezionare le analisi da eseguire (cfr. S 4.6)
- Imposta peso sismico per l'analisi:** apre la finestra per la visualizzazione del peso sismico, ossia del peso gravitazionale  $W$  considerato per la valutazione della stima della vulnerabilità (cfr. S 4.7.1).

Utilizzando i comandi disponibili sulla barra in alto, è possibile visualizzare le analisi eseguite nella modalità "Vista grafici" (più sintetica) o "Vista elenco" (più estesa e dettagliata).

Sono inoltre disponibili dei filtri di visualizzazione delle analisi

- Visualizza le analisi in Direzione X**
- Visualizza le analisi in Direzione Y**
- Visualizza le analisi non eseguite.**



Figura 301. Barra dei comandi – Finestra di Stima Vulnerabilità.

Cliccando sul comando "Vista Elenco" sulla barra dei comandi in alto, si accede all'elenco delle analisi eseguite, con i dettagli dei risultati delle verifiche, sia in termini di spostamento che di forza (obbligatorie queste ultime per gli edifici in muratura).

Selezionando una delle analisi eseguite (nella Vista Dettagli o Vista Elenco), si accede all'ambiente di visualizzazione delle Curve Push-over e stima di vulnerabilità. L'analisi selezionata è riportata in alto a sinistra.

Le curve possono essere rappresentate in termini di spostamenti assoluti e coefficienti di taglio alla base  $C_b$  (modalità "Curva di capacità") o, in alternativa, in termini di deriva di piano e tagli di piano (modalità "Taglio di piano") o di taglio di ciascuna parete, rispetto lo spostamento del punto di controllo prescelto (modalità "Taglio di parete").

La **Curva di capacità** è la rappresentazione degli spostamenti dei punti di controllo (espressi in cm) in funzione del coefficiente di taglio alla base. Quest'ultimo è il parametro che caratterizza il livello di forze applicato ad ogni passo dell'analisi push-over e viene calcolato dividendo il taglio alla base (pari alla risultante delle forze orizzontali applicate) per il peso sismico della struttura.

Il grafico **Taglio di piano** rappresenta gli sforzi di taglio in corrispondenza di ogni piano, normalizzati rispetto al peso sismico dell'edificio, in funzione della corrispondente deriva relativa (detta anche drift di piano). La deriva relativa di piano è il rapporto tra la differenza di spostamento tra due piani successivi ed il loro interpiano ed è espressa in permille.

Il grafico **Taglio di parete** rappresenta gli spostamenti dei punti di controllo (espressi in cm) in funzione del coefficiente di taglio alla base di ciascuna parete. Per maggiori approfondimenti si rimanda al § 11.1.

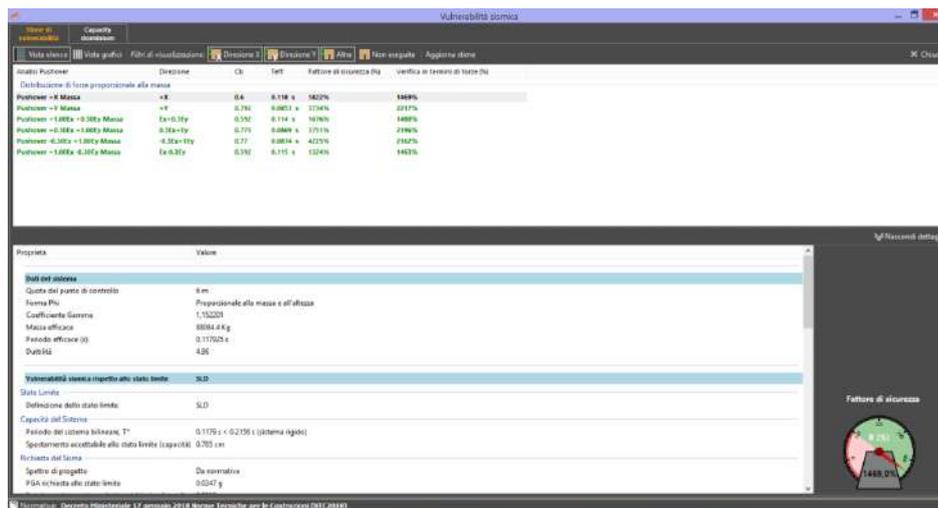


Figura 302. Dettagli Verifiche di Vulnerabilità Sismica. Vista Elenco.

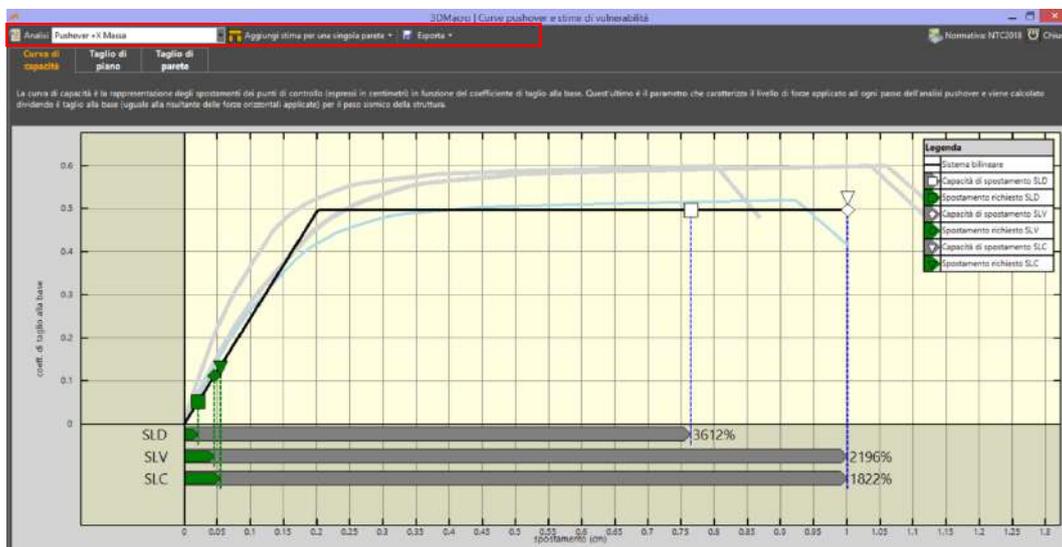


Figura 303. Finestra stima della vulnerabilità. Curva di capacità.

Nella barra dei comandi in alto sono riportati i seguenti comandi:

- **Analisi:** consente di selezionare l'analisi pushover rispetto a cui eseguire la stima di vulnerabilità;
- **Aggiungi stima per una singola parete:** comando non disponibile;
- **Esporta:** consente di esportare, mediante i rispettivi comandi disponibili nel menu a tendina, i dati delle curve di capacità in un file di testo, i grafici in formato immagine (sia della curva di carico che della stima di vulnerabilità) e il report delle Stime di Vulnerabilità in formato docx.



**ATTENZIONE**

*Questo comando e le funzionalità ad esso correlato sono disponibili solo all'interno del modulo 3DM B: modulo base e vulnerabilità. 3DM B è il modulo che consente la modellazione, l'analisi e la stima di vulnerabilità sismica dell'edificio in muratura ordinaria.*



Figura 304. Dettagli della stima della vulnerabilità. Risultati della stima (a sinistra) e Verifica in termini di forze (a destra).

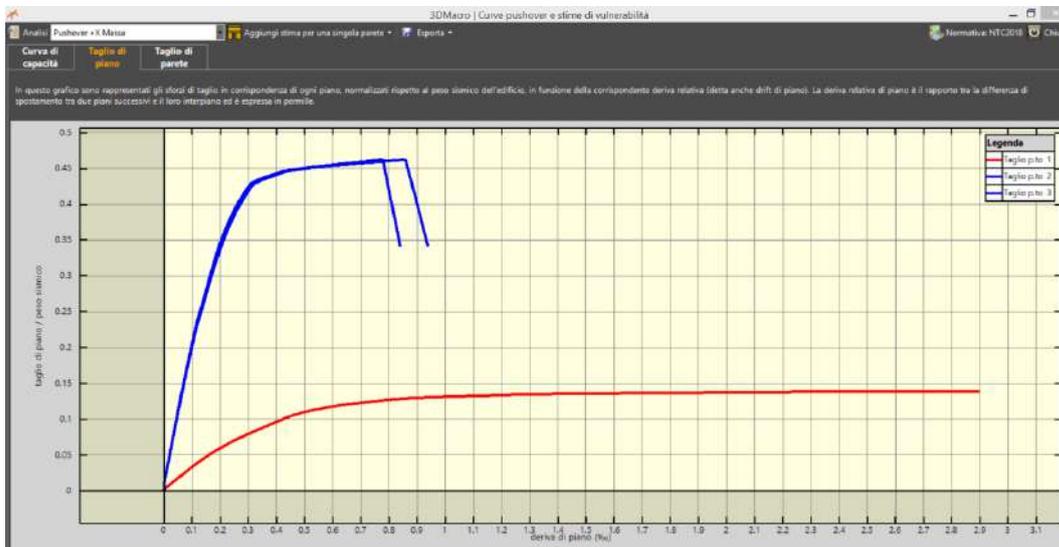


Figura 305. Finestra stima di vulnerabilità. Taglio di piano.

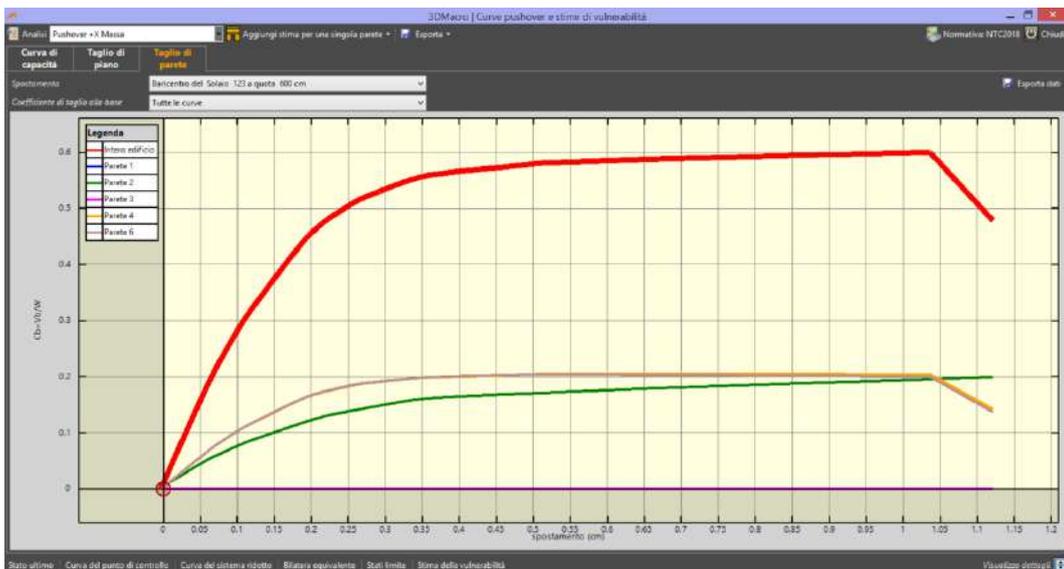


Figura 306. Finestra stima di vulnerabilità. Taglio di parete.



## APPROFONDIMENTO

Il coefficiente di taglio alla base  $C_b$  è pari al rapporto tra la risultante dello sforzo di taglio alla base  $V_b$  ed il peso gravitazionale del modello  $W$  (cfr. § 4.7.1):  $C_b = V_b / W$

### 4.8.1.2. CAPACITY DOMINIUM

Con riferimento alla scheda Capacity Dominium, l'ambiente è diviso in quattro grafici e dispone di alcuni comandi per il controllo, posti nella parte a sinistra dello schermo.

- Le viste superiori contengono due viste assometriche del medesimo "Dominio di capacità" (Capacity Dominium) in modo da permettere all'utente di visualizzare contemporaneamente due viste 3D differenti o, in alternativa, una vista 3D e una 2D.
- Il grafico in basso a sinistra fornisce un Dominio di spostamento 2D in cui è possibile individuare le direzioni di analisi, gli stati limite e lo stato di verifica delle singole stime di vulnerabilità.

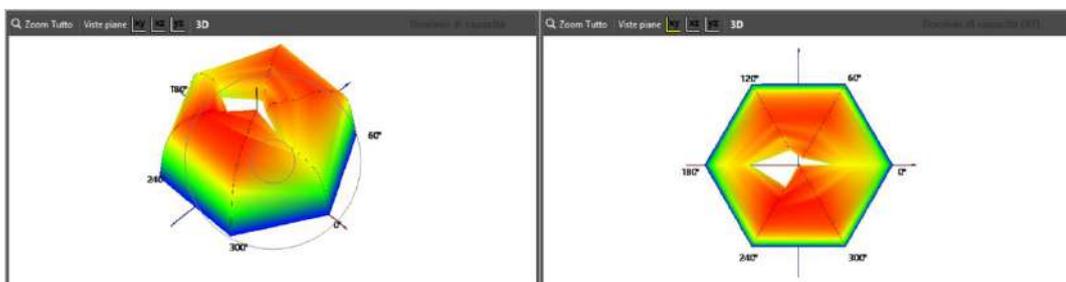


Figura 307. Viste del Dominio di capacità (vista 3D e vista nel piano XY)

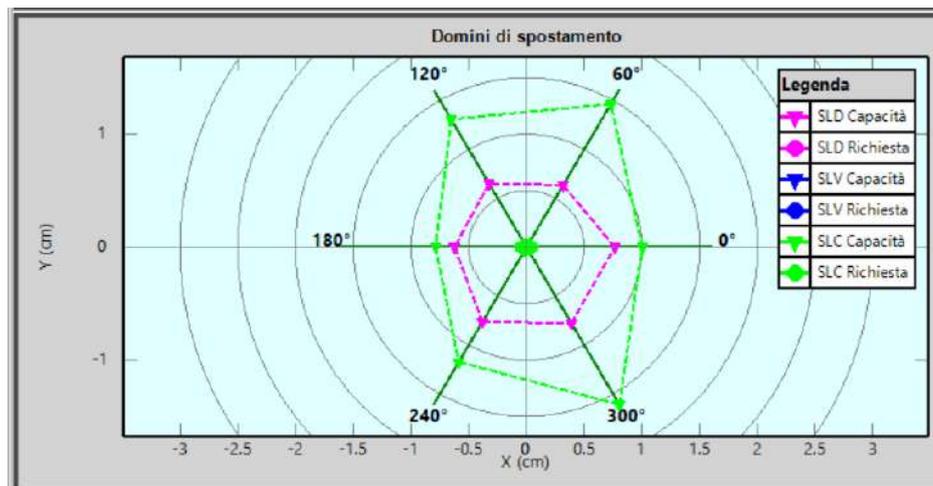


Figura 308. Dominio di spostamento.

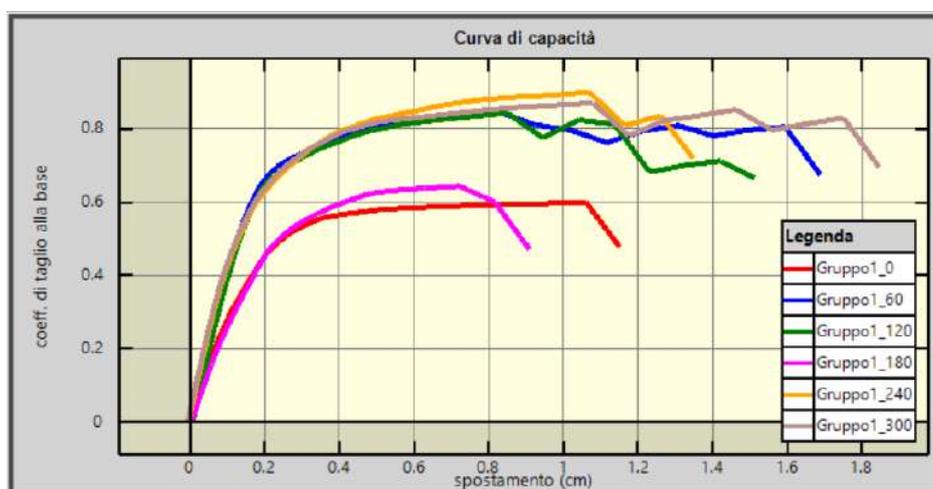


Figura 309. Curve di capacità.

- Il grafico in basso a destra riporta la sovrapposizione di tutte le curve di capacità delle singole analisi.
- L'ambiente di controllo sulla sinistra raggruppa i controlli per la scelta del gruppo di analisi da visualizzare (Gruppo 1, Gruppo 2, etc.), la legenda del Dominio di Capacità, i filtri di visualizzazione del dominio di spostamento e i bottoni di accesso alla guida, stampa e chiusura della finestra.

Di seguito si espone nel dettaglio il metodo di costruzione e la modalità di lettura dei singoli domini.

#### 4.8.1.2.1. DOMINIO DI CAPACITÀ

Tali grafici vengono costruiti partendo dalle singole curve di capacità appartenenti alle diverse analisi del Gruppo di scansione angolare, disegnate in un piano perpendicolare al piano XY, in modo che il coefficiente di taglio alla base sia leggibile sull'asse Z. La traccia del piano in cui è riportata ogni curva di capacità sul piano XY identifica la direzione di carico. Il dominio è stato ottenuto riportando le curve a partire da una circonferenza ideale avente come raggio lo spostamento massimo fra tutti gli spostamenti finali raggiunti dalle singole analisi, e disegnandole verso il centro di questa circonferenza ideale. Il risultato finale sarà un dominio a forma pseudo troncoconica con un foro centrale più o meno ampio che è stato definito "Capacity Dominium" (Calìo et al., 2006).

L'ampiezza e la posizione dell'eventuale foro centrale denuncia le direzioni di maggiore sofferenza in termini di duttilità della struttura in esame.

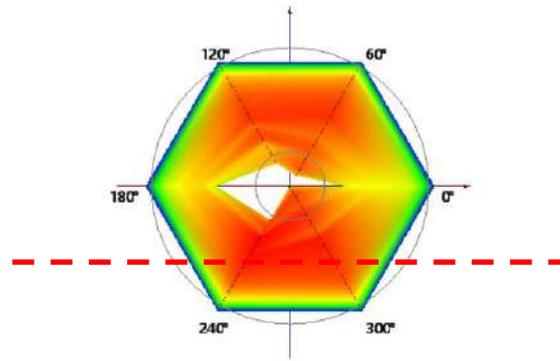


Figura 310. Vista piana del Capacity Dominium. Ampiezza del foro centrale e individuazione delle direzioni di maggiore sofferenza in termini di duttilità (180° in figura – linea tratteggiata rosso).

La scala di colori rappresenta invece in termini di CB l'intensità del tagliante alla base per ogni direzione di analisi e ad ogni passo. I colori tendenti all'arancio e al rosso evidenziano le direzioni con un maggiore impegno della struttura in termini di tagliante di base. La legenda viene riportata nell'ambiente di controllo sulla sinistra.

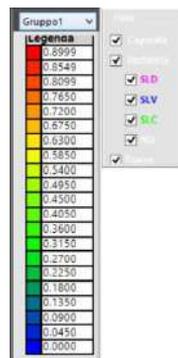


Figura 311. Ambiente di controllo. Selezione Gruppo, Legenda dei colori del Capacity Dominium e Filtri di visualizzazione.

#### 4.8.1.2.2. DOMINIO DI SPOSTAMENTO

In tale grafico gli spostamenti vengono riportati a partire dall'origine. Sono riportate le direttrici (Tracce) delle curve di capacità delle singole analisi sul piano XY del riferimento globale secondo la propria direzione di calcolo. Lungo la griglia circolare composta da isometriche è possibile leggere gli spostamenti di tutte le tracce rappresentate.

Le curve colorate rappresentano invece delle iso-parametriche in termini di stati limite attivati per il modello in esame, e sono riunite in coppie di curve relative alla capacità e alla richiesta di spostamento per i diversi stati limite. In particolare le curve tratteggiate con marcatori triangolari sono relative alle capacità di spostamento, mentre le curve continue con marcatori circolari sono relative alle domande (richiesta) di spostamento. **I filtri di visualizzazione permettono di attivare e disattivare la vista delle singole curve e delle tracce al fine di agevolare la lettura dei risultati.** Inoltre avvicinandosi con il puntatore del mouse ai nodi delle singole curve, nell'area delle coordinate del puntatore compare sempre la descrizione dello stato limite associato.

Leggendo le curve accoppiate è possibile avere informazioni relativamente alla stima di vulnerabilità dello stato limite inerente per tutte le analisi appartenenti al gruppo. Infatti dove

la curva di richiesta risulti interna alla curva di capacità la stima risulterà soddisfatta, viceversa la stima di vulnerabilità sarà non verificata. Tale informazione è immediatamente accessibile grazie alla colorazione delle tracce che rappresentano le analisi: infatti se la stima di vulnerabilità per tutti gli stati limite è soddisfatta la curva verrà colorata di verde; se invece anche un solo stato limite riporta una stima non soddisfatta la curva sarà colorata di rosso. Inoltre avvicinando il puntatore del mouse ai vertici delle tracce nell'area delle coordinate del puntatore sarà possibile leggere le percentuali di stima per ognuno degli stati limite coinvolti nell'analisi corrispondente.

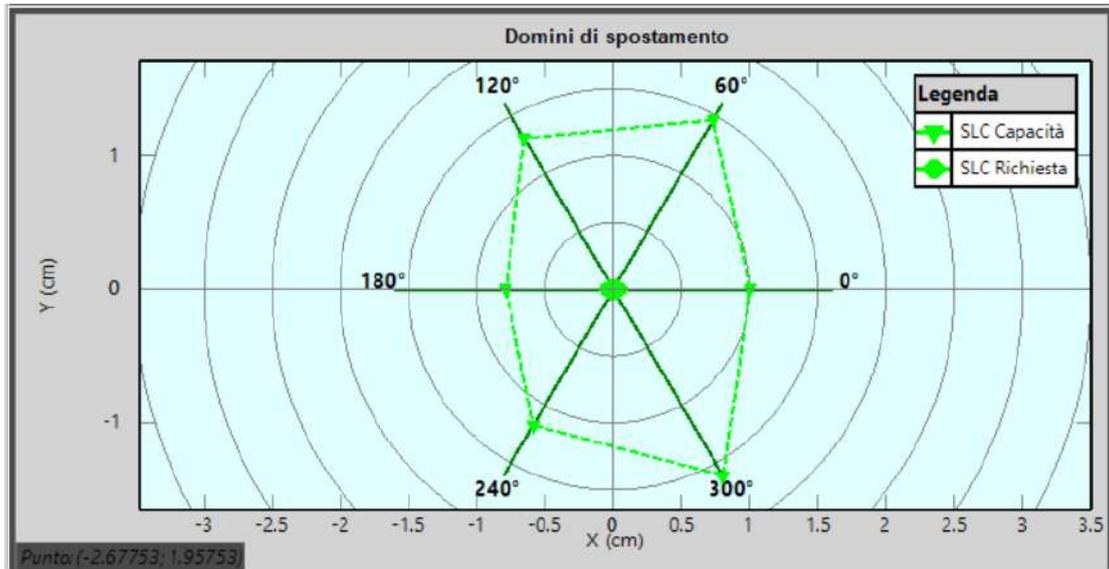


Figura 312. Visualizzazione dei domini di spostamento. Utilizzando i filtri di visualizzazione è possibile visionare i risultati relativi a uno stato limite. Graficamente, per ciascuna tracce (direzione) viene riportato graficamente l'esito della verifica. La Capacità (linea tratteggiata) è maggiore della Richiesta (linea continua) per ogni direzione di verifica.

#### 4.8.2. VERIFICHE A TAGLIO DELLE ASTE IN C.A.

COMANDO: MENU VERIFICA> VERIFICHE A TAGLIO

Questo comando apre la finestra che permette di eseguire le verifiche a taglio delle aste in c.a., siano esse interagenti o meno con le murature, e di visualizzarne i risultati.

3DMacro esegue le verifiche tenendo conto della riduzione della resistenza a taglio di elementi monodimensionali in condizioni cicliche, in funzione della domanda di duttilità sull'elemento. Detta domanda massima a taglio viene determinata in funzione dei momenti resistenti delle sezioni di estremità degli elementi, valutati amplificando le resistenze dei materiali in base al livello di conoscenza (ovvero al coefficiente di confidenza). Per ogni dettaglio teorico si rimanda alle indicazioni delle NTC2018 e Circ. 07/2019 par. C.8.7.2.3.5.



#### ATTENZIONE

*Questo comando e le funzionalità ad esso correlate sono disponibili solo con il modulo 3DM SMCA: modulo strutture miste.*

La finestra si compone di due parti: a sinistra sono riportate le Impostazioni delle verifiche a taglio e a destra l'Esito di tutte quelle eseguite. Per maggiori dettagli si rimanda al § 11.3.

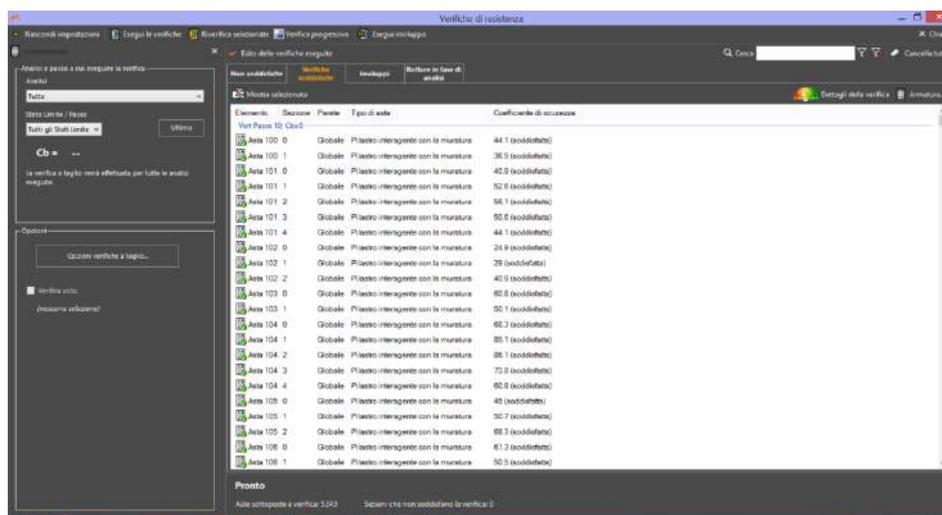


Figura 313. Finestra verifiche di resistenza a taglio.

#### 4.8.3. VERIFICHE FUORI PIANO

COMANDO: MENU VERIFICA> VERIFICHE FUORI PIANO

Questo comando apre la finestra che permette di eseguire le verifiche tensionali e quelle dei cinematici fuori piano e di visualizzarne i risultati.



#### ATTENZIONE

*Questo comando e le funzionalità ad esso correlate sono disponibili solo per il modulo 3DM FP: modulo fuori piano.*

La finestra si compone di due parti: a sinistra è disponibile un'area grafica, che riporta in pianta le pareti e le corrispondenti linee di pianta, con la rappresentazione dell'esito delle verifiche eseguite. A destra invece sono disponibili due schede con l'esito delle verifiche eseguite, da cui è anche possibile accedere ai rispettivi dettagli. Per maggiori dettagli si rimanda al § 11.2.

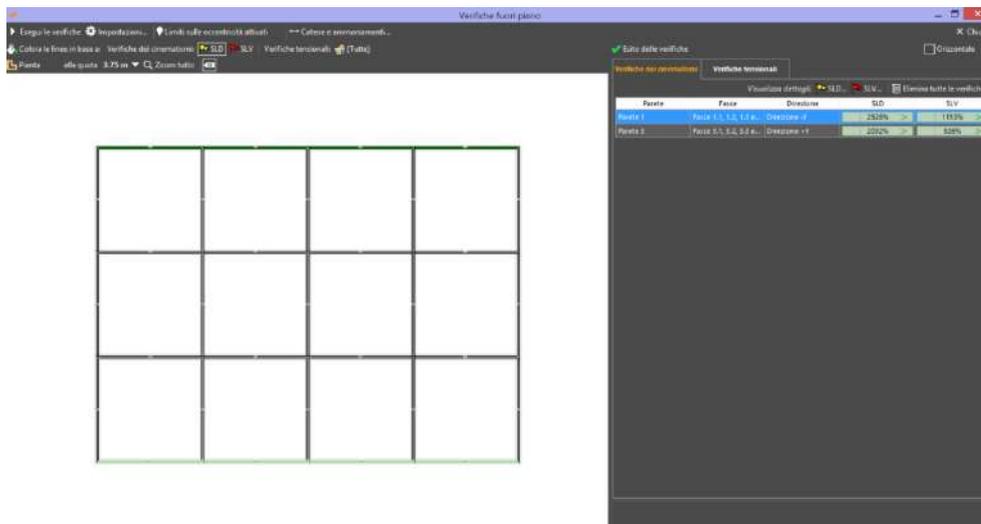


Figura 314. Verifiche dei cinetismi fuori piano.

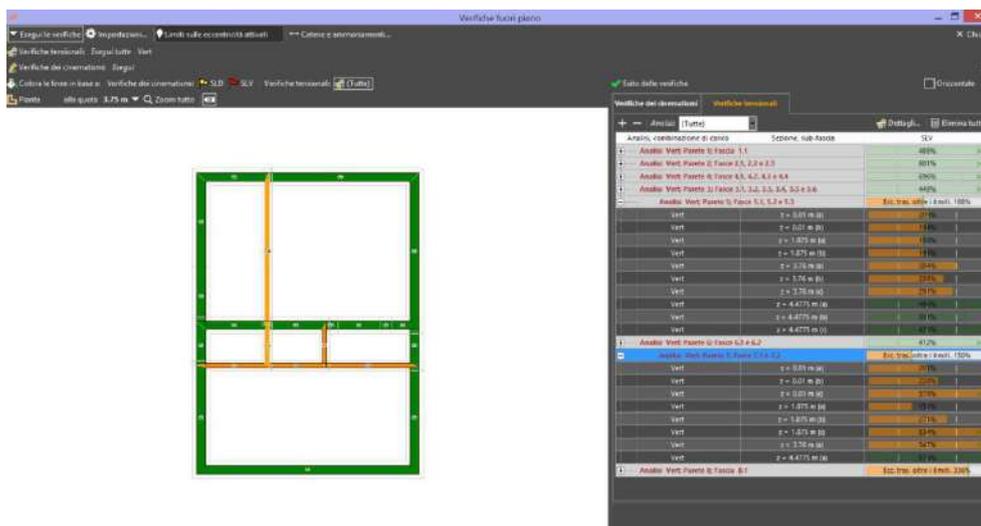


Figura 315. Verifiche tensionali.

#### 4.8.4. VERIFICHE GEOTECNICHE

COMANDO: MENU VERIFICA > VERIFICHE GEOTECNICHE

Questo comando apre la finestra che permette di eseguire le verifiche geotecniche e di visualizzarne i risultati e i particolare:

- Verifica Capacità Portante (SLU.GEO.A)
- Verifica Scorrimento (SLU.GEO.B)
- Verifica Cedimenti (SLE.GEO)

Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo 3.2 del Manuale Utente 3DMGeo.



### ATTENZIONE

*Questo comando e le funzionalità ad esso correlate sono disponibili solo per il modulo 3DM GEO: modulo geotecnico.*

#### 4.8.5. SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA

COMANDO: MENU VERIFICA>SCHEDE DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA

Questo comando apre la finestra che comprende le Schede di sintesi della verifica sismica dell'edificio, redatte secondo quanto indicato dal Dipartimento di Protezione Civile, per la raccolta degli esiti delle verifiche eseguite.



### ATTENZIONE

*L'output delle schede di sintesi non è disponibile su stampante. Le schede sono solo visualizzabili a video. I dati riportati vanno trascritti nelle apposite schede.*

I contenuti della scheda derivanti dall'analisi eseguita da 3DMacro vengono riportati automaticamente, ma possono anche essere personalizzati dall'utente, cliccando sull'apposito bottone, posto a destra (Parametri Personalizzati). La finestra è suddivisa in più schede, contenenti:

- 1) Identificazione dell'edificio
- 2) Dati dimensionali ed età costruzione/ristrutturazione
- 3) Materiale strutturale principale della struttura verticale
- 4) Dati di esposizione
- 5) Dati geomorfologici
- 6) Destinazione d'uso
- 7) Descrizione degli eventuali interventi strutturali eseguiti
- 8) Eventi significativi subiti dalla struttura
- 9) Perimetrazione ai sensi del D.L.180/1998
- 10) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (cemento armato)
- 11) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (acciaio)
- 12) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (muratura)
- 13) Diaframmi orizzontali
- 14) Copertura
- 15) Distribuzione tamponature (c.a., acciaio, muratura)
- 16) Fondazioni
- 17) Periodo di riferimento (NTC 3.2.4)
- 18) Pericolosità sismica di base
- 19) Categoria di suolo di fondazione
- 20) Regolarità dell'edificio
- 21) Fattore di confidenza
- 22) Livello di conoscenza

- 23) Resistenza dei materiali
- 24) Metodo di analisi
- 25) Modellazione della struttura
- 26) Risultati dell'analisi
- 27) Domanda (valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica)
- 28) Indicatori di rischio
- 29) Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento
- 30) Note eventuali

#### 4.9. MENU ?

Questo menu a tendina racchiude tutte le informazioni sul programma e sul suo utilizzo. Consente inoltre di avviare la procedura di aggiornamento del software. I comandi disponibili sono:

- **Guida in linea:** apre il manuale d'uso di 3DMacro.
- **Contattaci:** per avere informazioni su come contattare la Gruppo Sismica s.r.l.
- **Scarica aggiornamenti di 3DMacro:** apre un menu a tendina dove è possibile scegliere la modalità di aggiornamento (cfr. § 2.6). In particolare è possibile:
  - **Cerca aggiornamenti su internet:** se connessi ad internet, consente di avviare manualmente la ricerca di aggiornamenti del software 3DMacro,
  - **Cerca automaticamente all'avvio:** se selezionato esegue la procedura di ricerca degli aggiornamenti ad ogni avvio di 3DMacro.
- **Lingua:** consente di impostare la lingua corrente.
- **Novità di questa versione di 3DMacro:** raggruppa le informazioni riguardanti le principali novità della versione corrente di 3DMacro.
- **Esporta dati della licenza:** consente di esportare il file 3dmacro.lic, che contiene i dati della licenza e della configurazione corrente di 3DMacro. Il file non contiene dati personali dell'utente, eccezion fatta per il nominativo a cui è intestata la licenza.
- **Info su 3DMacro:** consente di visualizzare le informazioni generali sul software (versione e configurazione in uso) e sulla licenza d'uso.

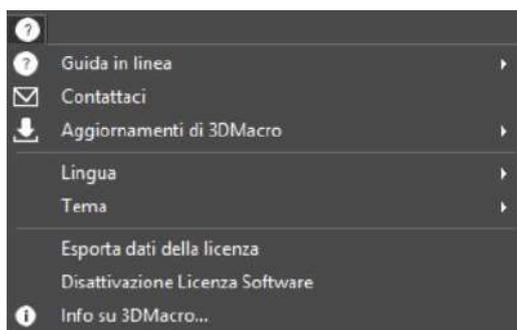


Figura 316. Menu ?

## 5. EDITOR DI IMPALCATO

Gli editor piani sono lo strumento per l'immissione della geometria del modello. **3DMacro®** offre come mezzo di immissione dei dati geometrici due tipi di editor: uno di impalcato (detto anche editor di pianta) e uno di parete. La definizione della pianta dell'edificio (o comunque di almeno una parete dell'edificio dall'editor di pianta) è il primo passo da compiere per la generazione del modello. Successivamente, con l'editor di parete (cfr. § 6), sarà possibile arricchire la definizione del modello geometrico, con ulteriori elementi modificando le singole pareti. Il presente capitolo spiega il funzionamento dell'editor di pianta e le sue implicazioni nella gestione e definizione del modello di calcolo dell'edificio.

La più recente versione di 3DMacro® dispone di una gestione coordinata degli input per impalcati (plan builder – editor di impalcati) e per pareti (wall builder – editor di parete), integrati in un unico ambiente di lavoro, consente una esecuzione più efficace e veloce di tutte le operazioni di costruzione e modifica del modello.

Molti degli strumenti che verranno descritti in questo capitolo, sono simili a quelli che possono essere trovati in qualsiasi software di tipo cad. Sono infatti disponibili una serie di strumenti (disegna, snap ad oggetto, etc...), destinati ad una semplice ed efficace immissione della geometria.

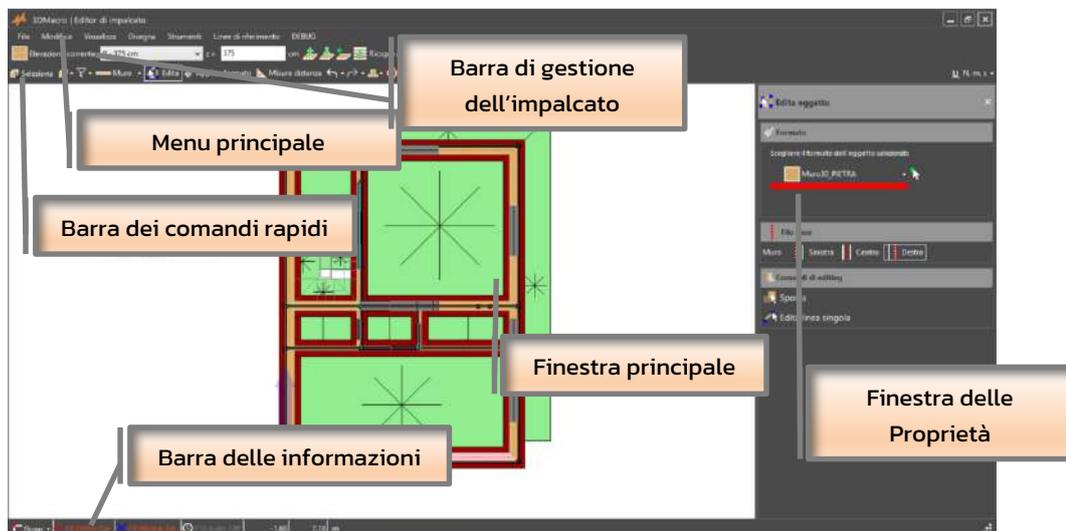


Figura 317. Interfaccia utente dell'editor di impalcato

L'organizzazione della finestra è analoga a quella dell'area principale di lavoro, con un menu principale (cfr. § 5.3), una barra dei comandi rapidi (cfr. § 5.5), una barra di gestione delle quote (cfr. § 5.4), una finestra principale (cfr. § 5.6), una finestra delle proprietà (cfr. § 5.7) e, in basso, la barra delle informazioni (cfr. § 5.8).

## 5.1. ACCEDERE ALL'EDITOR DI IMPALCATO

L'accesso all'editor di impalcato dall'area di lavoro principale può avvenire nei seguenti modi:

- Selezionando dal menu **Costruisci > Input impalcati** (cfr. § 4.4.1);
- Cliccando sull'apposita icona presente nella barra dei comandi rapidi (cfr. § 2.2) ;
- Selezionando dalla finestra principale un solaio e cliccando la voce "Edita impalcato a quota..." dal relativo menu contestuale (cfr. § 2.2.3).

Quando si accede all'editor di impalcato (noto anche come editor di pianta) è bene che le quote del modello siano state tutte definite (cfr. § 4.2.2.1), per avere chiara la gestione delle piante ai vari livelli. Se si accede la prima volta all'editor di pianta senza aver definito alcuna quota, si aprirà la finestra di gestione delle quote che vi consentirà di immettere almeno una quota a cui inserire le piante, oltre la quota base.

L'editor di impalcato consente di gestire per ciascun livello dell'edificio la relativa pianta: tale funzionalità consente di definire e organizzare la mesh del modello computazionale in modo organico e preciso. Infatti 3DMacro® colloca il piano di lavoro della parete del modello computazionale, in corrispondenza del piano baricentrico dell'intera parete, dalla quota base alla quota di copertura, così come è stata definita geometricamente nell'editor di pianta, ove è possibile tenere in conto dei disassamenti dei fili fissi e degli spessori della paramento murario stesso.

Dall'ambiente di modellazione *Editor di impalcato*, selezionare una linea di pianta e cliccare sul comando "*Passa a Wall Builder*", che consente di visualizzare e/o editare l'elemento selezionato nella vista di parete, proseguendo con la modellazione nell'*Editor di parete*.

Si precisa che se nessun elemento è stato selezionato sull'editor per impalcati ( o se è stato selezionato un elemento che non appartiene a nessuna parete – ad esempio un solaio o un pilastro 3D), accedendo all'editor per pareti, verrà visualizzata automaticamente la Parete 1.

È inoltre sempre possibile, ritornando all'area di lavoro principale, editare, aggiungere e cancellare quote del modello strutturale (cfr. § 4.2.2).

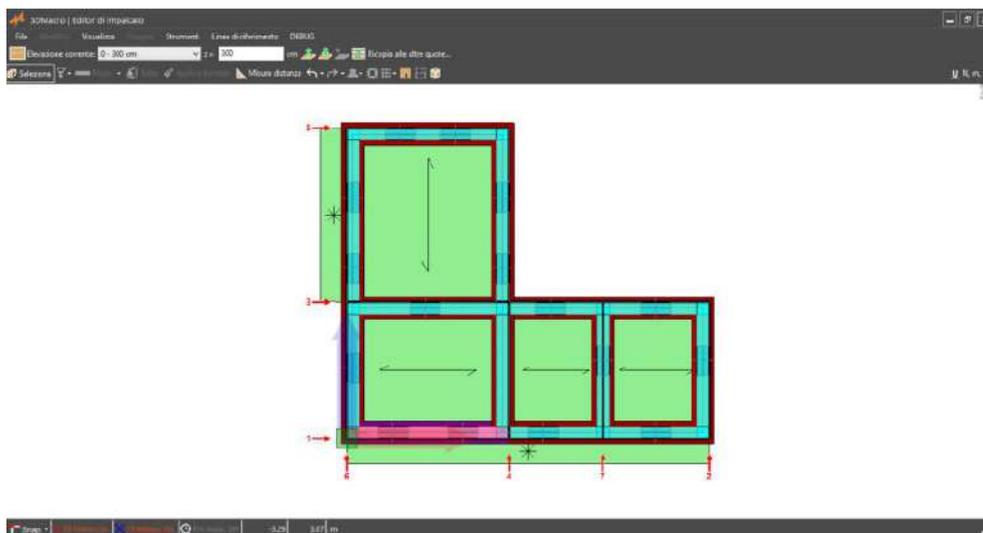


Figura 318. Selezione di una linea di pianta che si vuole visualizzare nell'editor di parete



Figura 319. Passa a Wall Builder (editor di parete) per la visualizzazione/modifica della parete nell'editor di parete.



### IMPORTANTE

*L'origine del sistema di riferimento dell'editor di pianta coincide con quella globale del modello. Nel caso in cui sia stata eseguita un'analisi non è possibile accedere all'editor di pianta se non si procede allo "sblocco" del modello: ciò è possibile cliccando sul comando modello bloccato (cfr. § 2.2). Tale procedura cancella tutti i risultati delle analisi eseguite.*

## 5.2. GLI ELEMENTI DELL'EDITOR DI IMPALCATO

Viene di seguito riportata una rapida panoramica di tutti gli elementi che è possibile immettere nell'editor di impalcato, con il corrispondente tipo di utilizzo che se ne può fare.

### 5.2.1. LINEE GUIDA

Le linee guida sono degli strumenti di ausilio al disegno. Sono delle rette, orizzontali o verticali, che vengono inserite nella pianta per agevolare l'immissione geometrica degli elementi. L'intersezione di due linee guida, o di una linea guida e un altro elemento, individuano dei punti snap su cui è immediato cliccare come punti di riferimento.

Quando il puntatore del mouse si trova in prossimità di una linea guida, questa verrà evidenziata, e cliccando, il punto di immissione del comando apparterrà alla stessa linea guida, limitando al minimo gli errori di immissione delle coordinate.

**Per disegnare, modificare o cancellare** le linee guida è possibile fare riferimento all'editor linee guida (cfr. § 5.3.4.1), cliccare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > linee guida, in alternativa cliccare sulla seguente icona della barra dei comandi rapidi e selezionare dal menu a tendina "edita linee guida...".

Le linee guida possono alternativamente essere:

- generate, selezionando un punto di riferimento e scegliendo dal relativo menu contestuale la voce "aggiungi linea guida" (cfr. § 5.6.1.1)
- impostate, dall'area di lavoro principale, attraverso la generazione di una griglia piana (cfr. § 5.2.2).

Per cancellare una linea guida, attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea guida che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure cliccare con il tasto destro del mouse sulla linea guida e selezionare la voce elimina dal relativo menu contestuale (cfr. § 5.6.1.2).

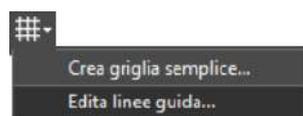


Figura 320. Avvia l'editor linee guida.

### 5.2.2. GRIGLIA SEMPLICE

Per creare una griglia semplice di linee guida, cliccare sul comando Disegna > Griglia semplice. Per ciascuna direzione (x e y) è necessario assegnare la Estensione di ciascun campo della griglia (nella prima colonna) e il numero di campi della griglia (nella seconda colonna).

Se le linee guida sono globali occorre lasciare attivo il segno di spunta corrispondente.

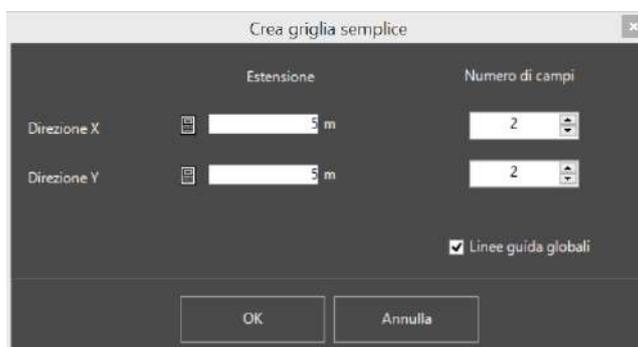


Figura 321. Crea griglia semplice.

### 5.2.3. LINEE DI RIFERIMENTO

Le linee di riferimento, al pari di linee guida, sono oggetti di ausilio puramente grafici; si prestano ad essere utilizzate come linee di appoggio per la definizione di muri (pannelli murari o linee di pianta) (cfr. § 5.2.4), aste (cfr. § 5.2.6), etc..

Le linee di riferimento differiscono dalle linee guida (cfr. § 5.2.1), perché possono avere orientamento qualsiasi, e sono segmenti, anziché rette.

È pertanto possibile sfruttare le linee guida con procedure di snap ad oggetto, comuni ai programmi CAD, agganciando la selezione dei punti tramite snap (operazione richiesta nelle varie procedure destinate alla creazione di muri, setti, solai, aste), in corrispondenza degli estremi delle linee di riferimento, dei loro punti medi e, in generale, nelle possibili intersezioni tra le linee di riferimento e le linee di pianta. Per l'ampio uso che si può fare di questi oggetti, soprattutto nel caso in cui vengano importate piante in formato .dxf, è stato previsto un menu apposito per la gestione delle linee di riferimento, che verrà descritto più avanti (cfr. § 5.3.6.4).

**Per disegnare** una linea di riferimento cliccare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > linea di riferimento (cfr. § 5.3.4.3).

**Per cancellare** una linea di riferimento disattivare il comando "blocca" dal menu principale "Linee di riferimento". Quindi attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea di riferimento che si intende eliminare. Successivamente premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure cliccare con il tasto destro del mouse sulla linea di riferimento e selezionare la voce "elimina" dal relativo menu contestuale (cfr. § 5.6.1.2).

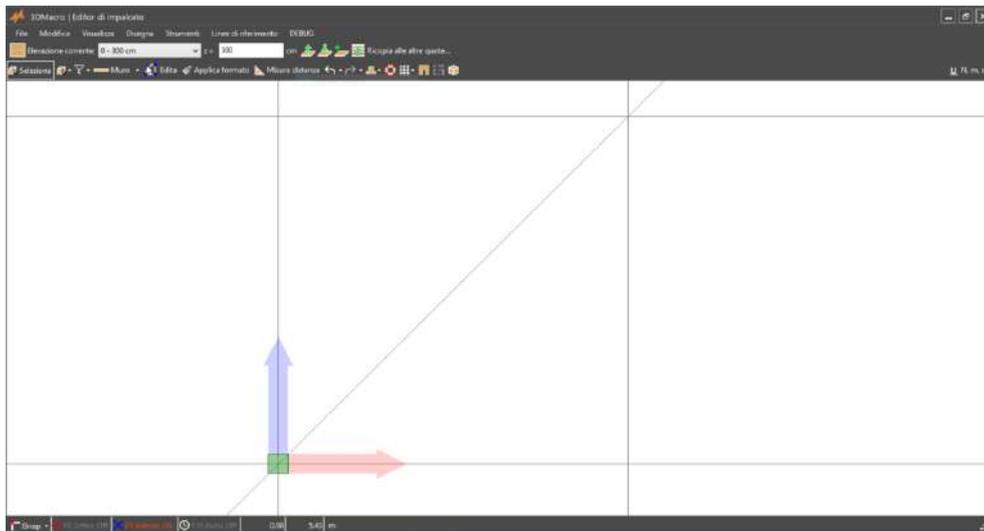


Figura 322. Linee di riferimento

#### 5.2.4. MURO (LINEE DI PIANTA)

Tramite questo strumento è possibile disegnare muri e setti in c.a. che risultano coincidenti con linee di pianta poligonali o rettangolari.

**Per disegnare un muro** (o un setto in c.a.) cliccare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > Muro (linee di pianta) (cfr. § 5.3.4.4), ovvero dalla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu "Disegna..." o il menu sulla barra dei comandi rapidi "Crea" (cfr. § 5.5). Il comando genera una parete lungo un tracciato poligonale generico.

**Per disegnare un muro** (o un setto in c.a.) **lungo un perimetro chiuso rettangolare**, cliccare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > Muro rettangolare (cfr. § 5.3.4.4), ovvero dalla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu a tendina "Crea..." (cfr. § 5.5). Il comando genera un perimetro chiuso rettangolare.

**Per modificare** un muro attivare la modalità di lavoro edita (cfr. § 5.5.1.2) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'oggetto che si intende modificare.

**Per cancellare** un muro, attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'oggetto che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure cliccare con il tasto destro del mouse sull'oggetto e selezionare la voce "elimina" dal menu contestuale "linee di pianta" (cfr. § 5.6.1.3).

**Assegna elemento-tipo.** Ai muri, rappresentanti pannelli murari o setti in c.a., viene attribuito un formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4). Detto attributo può essere modificato attraverso il comando "incolla formato", che identifica il comportamento strutturale. Si ricorda che alle linee di pianta è possibile attribuire l'**elemento tipo muratura** (cfr. § 4.3.5.1), per modellare il comportamento delle pareti in muratura, nonché l'**elemento tipo setti in c.a.** (cfr. § 4.3.5.2), per modellare il comportamento dei setti in calcestruzzo armato.

La parete verrà rappresentata in pianta con lo spessore competente al suo specifico formato (o elemento-tipo). L'immissione del muro avviene in base al filo fisso: pertanto i dati di input necessari alla sua definizione sono gli estremi e la posizione della linea che identifica il filo fisso.

Per ciascuna delle pareti, che vengono individuate automaticamente dal software, la generazione del modello computazionale implica la disposizione degli elementi su un unico piano. Tale piano viene calcolato con una media pesata delle aree di tutte le regioni murarie, che determineranno la posizione dell'"asse computazionale" della parete.



### IMPORTANTE

*Il software riconosce la contiguità tra due muri e le inserisce nella stessa parete solo se le due linee sono allineate e condividono un estremo del filo fisso, altrimenti non vi sarà alcuna interazione tra gli stessi.*

*È buona norma disegnare un muro (linea di pianta) interrompendolo lungo il suo sviluppo in corrispondenza delle intersezioni di altri muri, che non appartengono alla stessa parete. In tal caso il programma valuterà l'opportunità di inserire gli "elementi d'angolo" ossia elementi strutturali che consentono l'interazione tridimensionale tra pannelli non appartenenti alla stessa parete.*

Eventuali modifiche alla geometria della parete, come l'inserimento di aperture, architravi, e qualsiasi altra situazione che non potrebbe essere gestita dall'editor di pianta, potranno comunque essere effettuate dall'editor di parete (input pareti o wall builder) (cfr. § 6).

L'asse geometrico della linea di pianta (ossia la traccia del piano verticale della parete nel modello geometrico, passante per il suo baricentro), viene visualizzato con una linea tratteggiata di colore grigio. L'asse computazionale della parete, invece è visualizzato in azzurro.

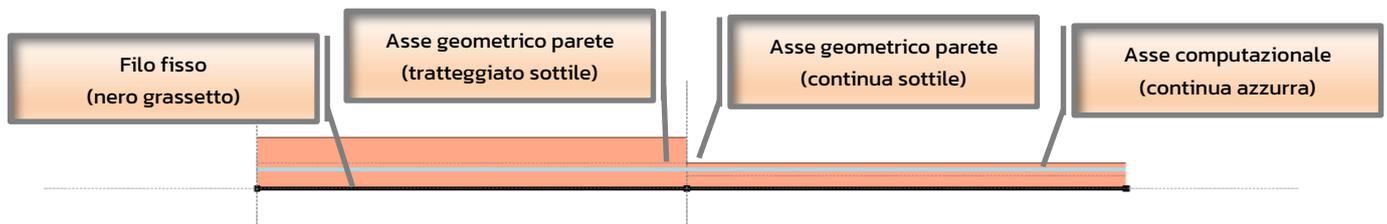


Figura 323. Schema di visualizzazione della linea di pianta impostata "a piena".

#### 5.2.4.1. MODELLAZIONE CON SNAP ATTIVI

Gli strumenti di Snap, comuni per chi disegna in ambiente CAD, sono disponibili sia nell'Editor per impalcato che per parete: Estremità, Incrocio, Centrale, Vicino.

Essi vengono attivati/disattivati mediante il comando in basso a sinistra sulla barra delle informazioni.

E' disponibile anche la funzionalità Ortho.

E' importante precisare che, quando si vuole editare un oggetto da Editor Parete, occorre prima attivare lo snap "Estremità". Difatti, se questo snap non è attivo, non sarà possibile "agganciare" l'oggetto, per editarlo.

Grazie all'utilizzo degli Snap è possibile sfruttare adeguatamente la griglia delle linee guida (in giallo nell'immagine a fianco) e delle linee di riferimento (importate da DXF).

Per migliore gestione del disegno, lo snap Vicino è di default disabilitato, Il software provvede in automatico a rilasciare un avviso in tutti quei casi in cui l'attivazione di questo snap può risultare utile alla modellazione (ad esempio nei casi di input aperture).

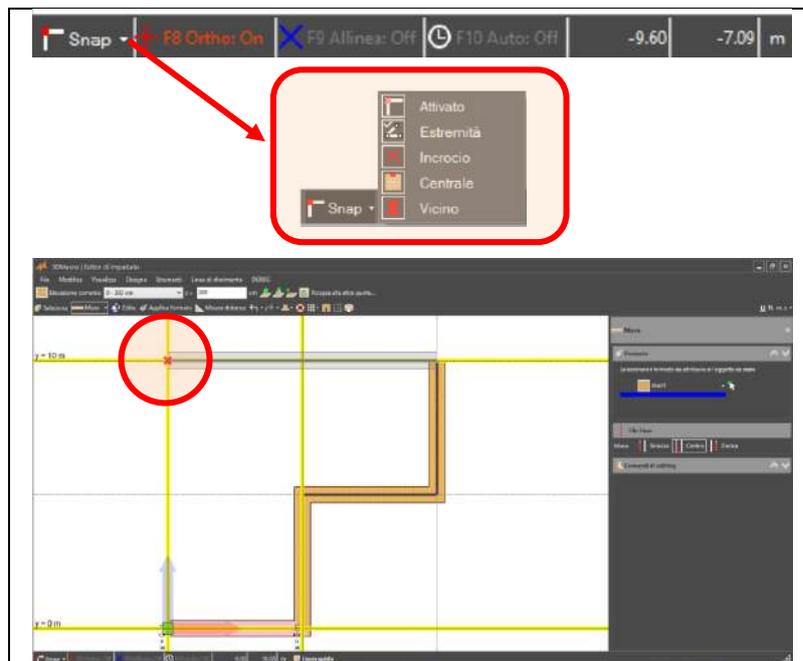


Figura 324. Schema di visualizzazione della linea di pianta impostata "a piena".

### 5.2.5. TELAIO

E' possibile definire in maniera automatica i telai piani, costituiti da travi e pilastri.

**Per disegnare** un telaio nell'editor di pianta bisogna cliccare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > Telaio (cfr. § 5.3.4.3), ovvero dalla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu a tendina "Crea..." (cfr. § 5.5). In maniera analoga si può operare dall'editor di parete, mediante il medesimo comando.

**Per modificare** un telaio attivare la modalità di lavoro "Edita" (cfr. § 5.5.1.2) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea di pianta corrispondente al telaio che si intende modificare.

**Per cancellare** un telaio, attivare la modalità di lavoro "Seleziona" (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea di pianta corrispondente al telaio che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure cliccare con il tasto destro del mouse sul telaio e selezionare la voce "elimina" dal menu contestuale linee di pianta (cfr. § 5.6.1.3).

**Assegna elemento-tipo.** Alle travi e pilastri che costituiscono il telaio possono essere attribuiti i formati (o elementi tipo, cfr. § 4.3.4), attraverso il comando "Incolla formato" (cfr. § 5.5.3). Si ricorda che *l'elemento tipo asta* (cfr. § 4.3.5.3), gestisce le proprietà geometriche e meccaniche degli elementi aste corrispondenti.

### 5.2.6. ASTE (TRAVI E CORDOLI DI PIANO)

Le travi e i cordoli di piano possono essere introdotti attraverso l'editor di pianta creando elementi asta monodimensionali appartenenti ad uno dei livelli (o elevazioni) dell'edificio.

3DMacro® sfrutta le potenzialità dell'interazione tra muratura, setti in c.a., travi e pilastri, che spesso assumono un ruolo determinante nella resistenza sismica di un edificio (cfr. manuale teorico).

Alle aste deve essere attribuito un formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), che gestisce le proprietà geometriche e meccaniche degli elementi corrispondenti.

Il sistema di riferimento locale dell'asta è di tipo destrogiro, orientato di default in modo che:

- l'asse 1 sia individuato dall'asse geometrico della trave;

- l'asse 2 sia perpendicolare all'asse 1 comunque giacente nel piano della parete;
- l'asse 3 sia ortogonale alla parete

Per disegnare un elemento trave o cordolo di piano nell'editor di parete, basta creare l'elemento asta, selezionando la parete corrispondente, e selezionando il comando "Asta" dal menu "Disegna" o dal comando posto sulla barra dei comandi frequenti "Crea".

**Per cancellare** una trave o cordolo di piano da una linea di pianta, attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1), dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea di pianta dove è situata la trave che si intende eliminare. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sulla linea di pianta e selezionare la voce "elimina trave alla quota corrente" dal relativo menu contestuale (cfr. § 5.6.1.3).

**Assegna elemento-tipo.** Alle travi o cordoli di piano deve essere attribuito un formato (o elemento tipo, cfr. § 4.3.4). Questo può essere assegnato/modificato attraverso il comando "incolla formato" (cfr. § 5.5.3). Si ricorda che *l'elemento tipo asta* (cfr. § 4.3.5.3), gestisce le proprietà geometriche e meccaniche degli elementi aste corrispondenti.

**Vincoli interni della trave (attach).** Alle travi o cordoli di piano deve essere attribuito un vincolo interno qualora siano ammassate ad un'altra parete muraria individuata da un'altra linea di pianta (cfr. editor di pianta, § 5) o ad una regione che appartiene ad un'altra parete (cfr. editor di parete, § 6).



#### IMPORTANTE

*Nell'editor di pianta è possibile gestire solo le travi che si trovano in testa alla quota di piano corrente o le architravi in testa alle aperture in corrispondenza dello stesso piano.*

### 5.2.7. FONDAZIONI

Le fondazioni sono degli elementi strutturali che permettono di vincolare alla base una o più linee di pianta. Ciascun elemento di fondazione può essere modellato come:

**Fondazione rigida:** sono elementi che determinano l'introduzione di uno o più vincoli esterni di incastro in corrispondenza dei nodi dei pannelli murari e/o delle aste ad essi afferenti: ciò implica che gli elementi verticali della struttura (pannelli murari, setti in c.a., travi aeree, pilastri), risulteranno incastrati alla base delle linee di pianta e le travi di fondazioni non saranno modellate e verificate.

**Fondazione su suolo deformabile:** sono elementi che introducono degli elementi di fondazione su suolo elastico deformabile alla Winkler: questi ultimi possono avere un legame costitutivo non reagente a trazione.

Le fondazioni possono essere introdotte attraverso l'editor di pianta creando elementi fondazione (cfr. § 1.1.6), monodimensionali, posti alla base di uno dei livelli (o elevazioni) dell'edificio. Sotto una fondazione non è consentito l'inserimento di ulteriori pannelli in muratura, setti in c.a., aste, attraverso le procedure descritte nel presente manuale.

**Per disegnare** un elemento di fondazione nell'editor di pianta si può operare secondo due procedure differenti. Disegnare inizialmente un muro (linea di pianta) (cfr. § 5.3.4.4); quindi attraverso il menu contestuale delle linee di pianta (cfr. § 5.6.1), creare un elemento fondazione alla base della quota corrente. A tal fine attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea di pianta a cui si intende introdurre un elemento di fondazione. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sulla linea di pianta e selezionare l'elemento tipo fondazione (cf. § 4.3.5.5) da associare alla linea di pianta, cliccando sulla voce

“crea/modifica fondazione alla base della linea di pianta” dal relativo menu contestuale (cfr. § 5.6.1.3). Alternativamente è possibile creare una fondazione non associata ad una linea di pianta, utilizzando il comando Fondazione, disponibile dal menu Disegna.

E' inoltre possibile gestire (modificare o creare) tutte le fondazioni al di sotto delle linee di pianta, utilizzando il comando “Fondazione” (o Foundation) presente sulla barra dei comandi frequenti.

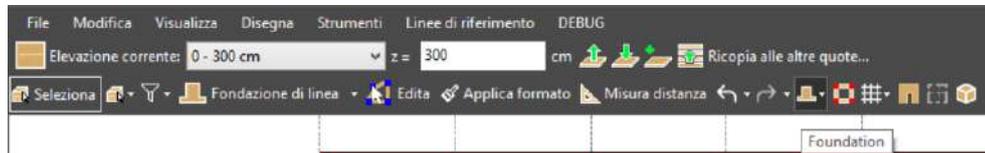


Figura 325. Comando Crea/modifica tutte le fondazioni.

**Per cancellare** un elemento fondazione posto alla base di una linea di pianta, attivare la modalità di lavoro selezione (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la relativa linea di pianta. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sulla linea di pianta e selezionare la voce “elimina fondazione alla base della linea di pianta” dal relativo menu contestuale “Linee di pianta” (cfr. § 5.6.1.3). Alternativamente è possibile eliminare gli elementi fondazione selezionando l’elemento fondazione e cancellando (tasto “canc”) o selezionando il comando “Elimina” dal relativo menu contestuale “Fondazione”.



### IMPORTANTE

*Nell’editor di pianta è possibile gestire solo le fondazioni che si trovano alla base della quota di piano corrente.*

#### 5.2.8. PILASTRI

I pilastri sono elementi strutturali tridimensionali, interagenti con la muratura e possono essere introdotti attraverso l’editor di pianta, mediante l’apposito comando disponibile dal menu “Disegna”. Per poter inserire un pilastro è necessario aver preventivamente creato l’elemento tipo asta con comportamento di “Pilastro 3D”, la cui plasticità è concentrata in cerniere che tengono conto dell’interazione tra lo sforzo normale e i momenti flettenti nei due piani principali.

E’ importante precisare che definendo un elemento tipo con comportamento di “Pilastro 3D”, questo sarà considerato come elemento globale, cioè non appartenente a nessuna parete.

**Per disegnare** un elemento pilastro nell’editor di pianta bisogna cliccare l’apposito comando dal menu principale, Disegna > Pilastro (cfr. § 5.3.4.2), ovvero dalla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu a tendina “Crea...” (cfr. § 5.5).

**Per modificare** un pilastro attivare la modalità di lavoro “Edita” (cfr. § 5.5.1.2) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare il pilastro che si intende modificare.

**Per cancellare** un pilastro, attivare la modalità di lavoro “Seleziona” (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare il pilastro che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure cliccare con il tasto destro del mouse sul pilastro e selezionare la voce “elimina” dal menu contestuale corrispondente (cfr. § 5.6.1.6).

**Assegna elemento-tipo.** Ai pilastri possono essere attribuiti i formati (o elementi tipo, cfr. § 4.3.4), attraverso il comando “Incolla formato” (cfr. § 5.5.3). Si ricorda che l’*elemento tipo asta* (cfr. § 4.3.5.3), gestisce le proprietà geometriche e meccaniche degli elementi aste corrispondenti.

### 5.2.9. APERTURE

E' possibile inserire delle aperture sulle pareti (finestre o porte) dall'editor di pianta, definendone posizione e dimensione attraverso le apposite finestre di impostazione. E' altresì possibile inserire architravi, cerchiature o archi sui vani porta e finestra, accedendo dall'apposito comando presente dal menu contestuale aperture (cfr. § 5.6.1.7).

**Per disegnare** un'apertura nell'editor di pianta bisogna cliccare l'apposito comando "Apertura" disponibile sulla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu a tendina "Crea..." (cfr. § 5.5

**Per modificare/editare** un'apertura, ovvero cambiarne posizione e dimensione, sia nell'editor di pianta che di parete, attivare la modalità di lavoro "Seleziona" (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sull'apertura e selezionare la voce "Posizione e dimensione" dal menu contestuale corrispondente (cfr. § 5.6.1.7). In alternativa, è possibile anche portarsi sull'editor di parete, attivare la modalità di lavoro "Edita" dalla barra dei comandi rapidi, selezionare l'apertura e editare la geometria della stessa utilizzando il comando "Edita rettangolo" disponibile nel pannello "Edita oggetto" sulla destra.

**Per creare o modificare una architrave, cerchiatura o arco** su una apertura già definita, attivare la modalità di lavoro "Seleziona" (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sull'apertura e selezionare la voce "Crea una architrave" (ovvero "Crea una cerchiatura", o "Crea un arco") dal menu contestuale corrispondente (cfr. § 5.6.1.7). E' anche possibile creare una architrave come asta. In quest'ultimo caso (e se l'architrave non è ammorsata all'interno della parete) è necessario inserire degli attach (vincoli interni) (cfr. § 5.6.1.4.1) alle estremità dell'asta.



#### APPROFONDIMENTO

*Quando l'architrave viene creata mediante l'apposito comando "Crea architrave" dal menu contestuale Apertura, il meshatore automatico non discretizza la parete in macro-elementi in corrispondenza degli eventuali ammorsamenti dell'architrave all'interno della muratura. Se invece l'architrave viene creata come asta, il meshatore funziona regolarmente e suddivide i pannelli a contatto con l'asta in macro-elementi.*

**Per cancellare** un'apertura, attivare la modalità di lavoro "Seleziona" (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende eliminare. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sull'apertura e selezionare la voce "elimina" dal menu contestuale corrispondente (cfr. § 5.6.1.7). In alternativa, è possibile anche selezionare l'apertura e cancellarla utilizzando il tasto CANC da tastiera.

**Per cancellare l'architrave (o cerchiatura o arco)**, dall'ambiente di modellazione Editor di Parete (*Wall Builder*) attivare la modalità di lavoro "Seleziona" dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'elemento asta, quindi accedere al menu contestuale asta e selezionare il comando elimina.

### 5.2.10. SOLAI

In corrispondenza delle piante è possibile inserire i solai, necessari come vincolo di rigidità e come elemento di distribuzione dei carichi di piano. I solai possono essere rettangolari, o più in generale, poligonali. Dall'editor di pianta è possibile gestire sia l'orditura, che determina i lati a cui verranno attribuiti i carichi del solaio, sia l'assegnazione stessa dei carichi tra quelli già definiti (cfr. § 4.3.8). Nei solai deformabili la direzione di orditura del solaio identifica l'asse 1 del sistema di riferimento dell'elemento.

**Per disegnare un solaio rettangolare** nell'editor di pianta bisogna disegnare inizialmente una linea di pianta rettangolare (cfr. § 5.3.4.5). Poi, selezionare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > Solaio rettangolare (cfr. § 5.3.4.5), ovvero dalla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu a tendina "Crea..." (cfr. § 5.5), cliccando su due vertici che individuano una diagonale della linea di pianta rettangolare.

**Per disegnare un solaio poligonale** nell'editor di pianta bisogna disegnare inizialmente una linea di pianta chiusa, rettangolare o poligonale (cfr. § 5.3.4.5). Poi, selezionare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > Solaio poligonale (cfr. § 5.3.4.6), ovvero dalla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu a tendina "Crea..." (cfr. § 5.5), cliccando su tutti i vertici delle linee di pianta su cui insiste il solaio, che dovranno necessariamente coincidere con i vertici del solaio stesso.

**Per cancellare** un solaio, attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1), dalla barra dei comandi rapidi e selezionare il solaio che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure cliccare con il tasto destro del mouse sul solaio e selezionare la voce "elimina" dal relativo menu contestuale (cfr. § 5.6.1.5).

**Per inclinare un solaio**, ovvero realizzare una copertura inclinata, bisogna attivare la finestra di lavoro "Imposta quote solaio" mediante il comando "Imposta/modifica solaio inclinato" (cfr. § 5.6.1.5) disponibile dal menu contestuale "Solai". Per maggiori spiegazioni si rimanda alla collana **3DMacro: Tips and Tricks** contenente tutorial di vario genere tra cui modellazione di falde.

**Assegna elemento-tipo.** Ai solai deve essere attribuito un formato (o elemento tipo, cfr. § 4.3.4), attraverso il comando "incolla formato" (cfr. § 5.5.3). Si ricorda che *l'elemento tipo solaio* (cfr. § 4.3.5.4), gestisce le proprietà geometriche e meccaniche degli elementi solaio corrispondenti.

**Assegna carico su solaio.** Ai solai può essere assegnato un tipo di carico (cfr. § 4.3.8). Per assegnare un tipo carico al solaio, attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1), e selezionare il solaio che si intende caricare. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sul solaio e selezionare la voce "assegna carico di area" dal relativo menu contestuale (cfr. § 5.6.1.5). Tale procedura attribuisce al solaio il set di carichi da trasferire agli elementi di contatto (ossia alle linee di pianta), sulla base delle orditure.

**Assegna orditura al solaio.** Per assegnare una orditura al solaio, attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1) e selezionare il solaio che si intende modificare. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sul solaio e selezionare la voce "modifica orditura" dal relativo menu contestuale (cfr. § 5.6.1.5). Tale procedura attribuisce al solaio il modo in cui i carichi vengono trasferiti agli elementi di contatto, ossia alle linee di pianta).

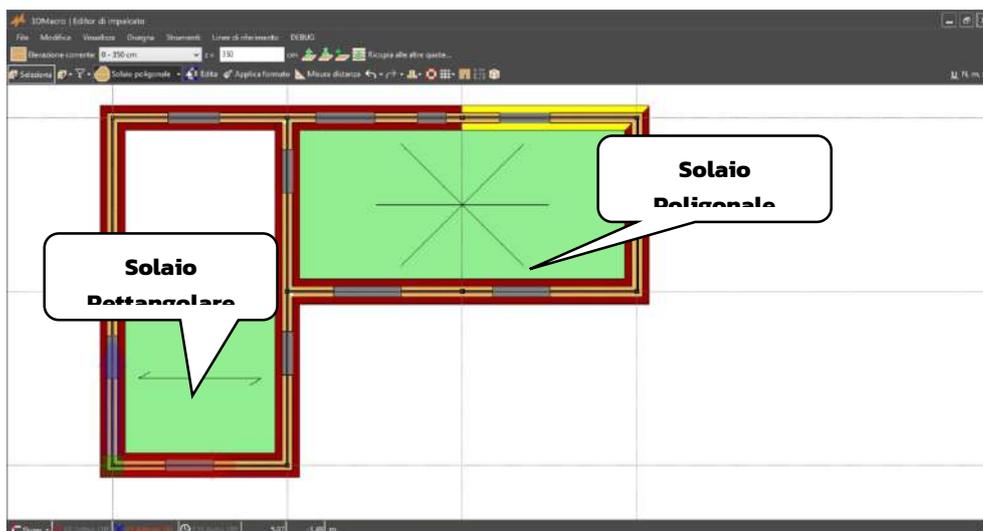


Figura 326. Solai rettangolari e poligonali

### 5.3. MENU PRINCIPALE

Il menu principale consente, attraverso i menu a tendina, di accedere a tutti i comandi e opzioni disponibili in questo editor. Sono di seguito riportati e descritti nel dettaglio tutti i comandi, suddivisi in base al menu di pertinenza.

#### 5.3.1. MENU FILE

I comandi di questo menu coinvolgono tutte le istruzioni applicabili in misura generale a tutta la finestra. Essi sono: impostazioni del controllo del modello, chiudi.

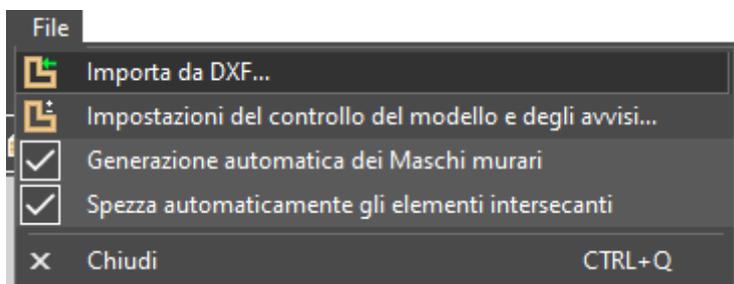


Figura 327. Menu file – Editor Impalcato

##### 5.3.1.1. IMPORTA DA DXF

COMANDO: MENU FILE> IMPORTA DA DXF

Attraverso questo comando è possibile importare disegni CAD 2D, rappresentativi della pianta dell'impalcato corrente in formato DXF. Cliccando sul comando si apre una finestra di selezione nella cartella di lavoro corrente, da cui è possibile selezionare il file DXF. È importante seguire le seguenti regole pratiche per una importazione efficace:

Prima di importare il file DXF, occorre apportare le seguenti modifiche, mediante il vostro software CAD:

- E' opportuno posizionare l'origine del sistema di riferimento, del disegno CAD, in uno dei vertici della pianta.
- E' necessario cancellare disegni ed immagini contigue alla pianta, mantenendo su questa solo ciò che è effettivamente utile ed eliminando eventuali retini, elementi architettonici

(tramezzi non strutturali, pareti in cartongesso, finestre, infissi, etc...), di scarso valore strutturale, o che non si intendono comunque modellare.

- Prima di importare il file DXF è necessario chiudere il file che si vuole importare.



### ATTENZIONE

*3DMacro® importa dal disegno in formato DXF soltanto gli oggetti "linea". Pertanto è necessario, prima di importare il file DXF, selezionare la pianta ed esplodere tutto, in modo che il disegno sia costituito solo da oggetti linea.*

Dopo aver selezionato il file DXF si apre una finestra che contiene i seguenti comandi:

- **Layers da importare:** questo comando visualizza l'elenco completo dei layers presenti nel file DXF selezionato. È possibile importare gli oggetti contenuti in determinati layers spuntando le corrispondenti caselle di opzione.
- **Coordinate DXF del punto di origine:** consente di specificare le coordinate (esprese nelle unità di misura CAD del file che si sta importando) del punto nel file DXF, che si vuole impostare come origine del sistema di riferimento globale. Se nel file DXF è stata posizionata l'origine del sistema di riferimento in uno dei vertici della pianta, su cui si vuole posizionare l'origine del sistema di riferimento globale del modello in 3DMacro, allora le coordinate DXF del punto di origine saranno (0, 0).
- **Unità di misura del disegno DXF:** in questa casella di testo è necessario specificare a quanti cm (ovvero metri, mm, pollici), corrisponde l'unità di misura CAD del disegno in formato DXF.
- **Importa:** questo comando conferma quanto è contenuto nella finestra e avvia l'importazione del disegno DXF. Una volta completata la procedura di importazione le linee del disegno DXF saranno trattate alla stregua delle linee di riferimento.
- **Annulla:** questo comando annulla la procedura di importazione da file DXF.

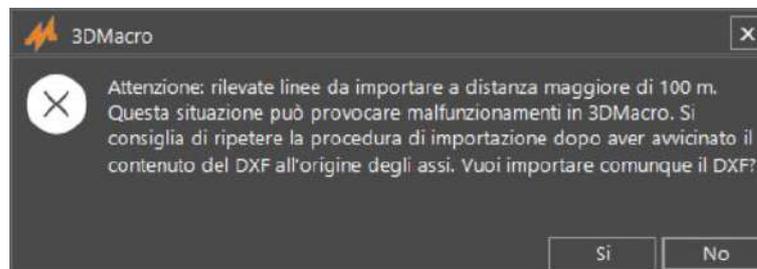


Figura 328. Avviso nei casi in cui il dxf da importare contenga linee di riferimento poste a distanza maggiore di 100 m dall'origine del sistema di riferimento globale di 3DMacro



### ATTENZIONE

*Importando un dxf contenente linee di riferimento poste a distanza maggiore di 100 m rispetto all'origine del sistema di riferimento globale in 3DMacro®, viene rilasciato un avviso, che invita l'utente a ripetere la procedura di importazione, provvedendo prima ad avvicinare il contenuto del DXF all'origine del sistema di riferimento di 3DMacro. Distanze superiori, difatti, possono causare malfunzionamenti. L'utente può ignorare l'avviso ed importare comunque il DXF. Cliccando su Si il dxf viene comunque importato. Cliccando su No, viene annullata la procedura di importazione.*

### 5.3.1.2. IMPOSTAZIONI DEL CONTROLLO DEL MODELLO E DEGLI AVVISI

**COMANDO: MENU FILE>IMPOSTAZIONI DEL CONTROLLO DEL MODELLO E DEGLI AVVISI**

Questo comando apre la finestra impostazioni del controllo sul modello e degli avvisi. I comandi contenuti in questa finestra consentono di modificare le tolleranze di controllo di alcuni degli oggetti nell'editor di pianta (linee di pianta e solai). E' possibile personalizzare la tolleranza relativa alle segnalazioni di linee di pianta i cui vertici sono molto vicini, e quella relativa alle segnalazioni di solai che non hanno i vertici coincidenti a quelli delle linee di pianta su cui sono definiti.

E' possibile inoltre personalizzare le impostazioni che riguardano gli Avvisi relativi alla modifica di linee di pianta con mesh già definita o di linee di pianta con linee corrispondenti ad altri piani.

L'utilizzo di questa finestra e delle impostazioni in essa contenute è rivolto ad utenti esperti.

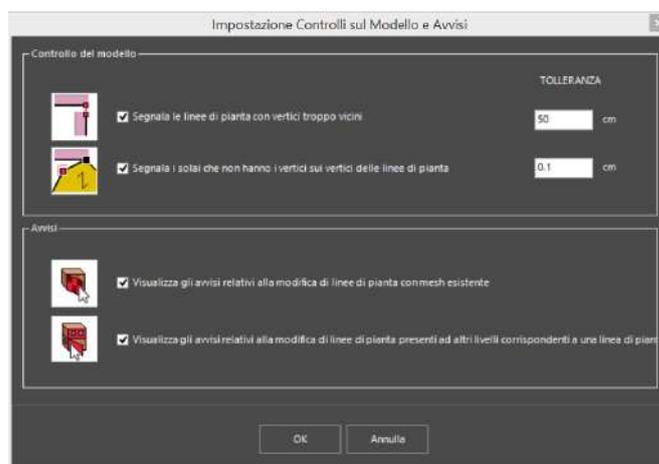


Figura 329. Finestra di Impostazione dei controlli sul modello e sugli avvisi

### 5.3.1.3. CHIUDI EDITOR DI PIANTA (CTRL+Q)

**COMANDO: MENU FILE>CHIUDI**

Questo comando chiude l'editor di pianta, chiedendo prima la conferma sull'aggiornamento del modello con le modifiche introdotte nella sessione corrente, senza salvare i dati su file. Questo comando è attivabile anche dalla barra dei comandi rapidi (cfr. § 5.5).

## 5.3.2. MENU MODIFICA

In questo menu sono inseriti tutti i comandi che interessano modifiche eseguite sulla pianta corrente.

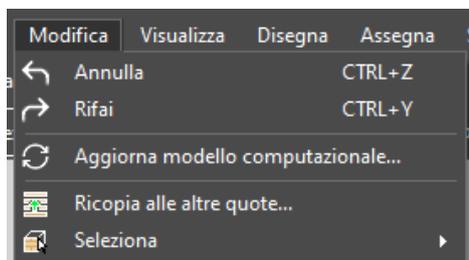


Figura 330. Menu Modifica

### 5.3.2.1. ANNULLA

COMANDO: MENU MODIFICA>ANNULLA

Annulla una o più delle ultime operazioni eseguite. Quando questo comando viene selezionato, elenca tutte le ultime operazioni eseguite, e consente di ripristinare lo stato antecedente all'esecuzione dei comandi annullati. E' possibile visualizzare massimo 30 oggetti da annullare, ma in realtà vengono memorizzati tutti.

Il comando annulla è pertinente solo alla sessione di lavoro corrente.

Non è possibile annullare le operazioni di modifica (ad esempio edita ed applica formato).

### 5.3.2.1. RIFAI (CTRL+Y)

COMANDO: MENU MODIFICA>RIFAI

Questo comando consente di ripristinare il comando annullato.

### 5.3.2.2. AGGIORNA MODELLO COMPUTAZIONALE

COMANDO: MENU MODIFICA>AGGIORNA MODELLO COMPUTAZIONALE

Aggiorna il modello computazionale globale. Lo stesso comando è disponibile dall'ambiente principale e dall'editor piano di input parete.

### 5.3.2.3. RICOPIA ALLE ALTRE QUOTE

COMANDO: MENU MODIFICA>RICOPIA ALLE ALTRE QUOTE

Quando si hanno numerose quote, le piante generalmente si ripetono con regolarità a tutti i livelli, modificandosi in misura limitata o per nulla tra un piano e l'altro. Pertanto, risulta particolarmente utile un comando che consenta di copiare uno o più elementi (linee di pianta, solai, pilastri) alle altre quote. Se si seleziona questo comando, comparirà una finestra con diverse opzioni, di seguito indicate.

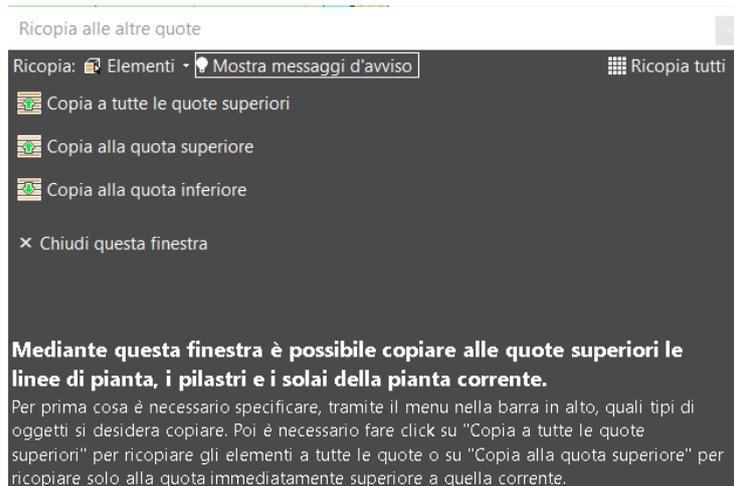


Figura 331. Opzioni per la copia a quote diverse

Dal menu Elementi è possibile selezionare/deselezionare gli elementi che si vogliono o non ricopiare. Si può scegliere quali tra gli elementi selezionati si vuole copiare (Linee di pianta, Pilastri, Solai), oppure scegliere l'opzione "Segna tutti", che consente di attingere a tutti gli elementi correntemente selezionati.

Infine è possibile scegliere se si vogliono ricopiare solo gli elementi (linee di pianta, solai e pilastri, etc.) correntemente selezionati o tutti quelli che appartengono al piano corrente, attivando gli appositi comandi del menu Ricopia tutti/Ricopia solo se selezionati).

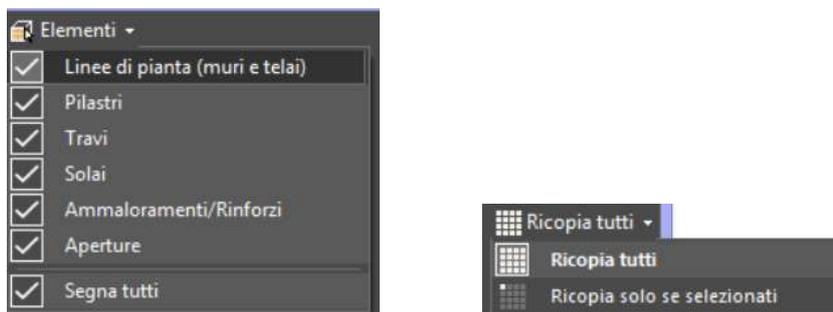


Figura 332. Selezione degli elementi da incollare

Anche sulla destinazione è possibile selezionare tra diverse alternative. È possibile infatti copiare a tutte le quote superiori, o solo a quella immediatamente superiore a quella corrente, oppure a quella inferiore.



### ATTENZIONE

*Il comando "Ricopia alle altre quote" è attivo solo per i livelli inferiori all'ultimo.*

*E' possibile ricopiare alle altre quote tutti gli oggetti appartenenti alla parete (aperture, rinforzi, etc.) della quota selezionata, anche se gli impalcati hanno altezze diverse. Questa funzionalità è stata integrata e migliorata a partire dalla release 3DMacro 2020.*

#### 5.3.3. MENU VISUALIZZA

Questo menu comprende tutti i comandi utili per migliorare la lettura grafica, colorare gli elementi secondo i criteri desiderati, visualizzare nel modo più efficace possibili le informazioni sugli oggetti in pianta.

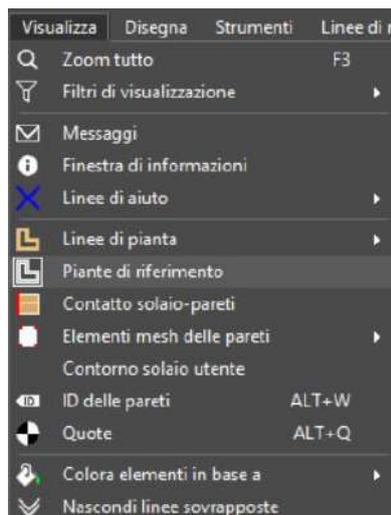


Figura 333. Menu Visualizza

### 5.3.3.1. ZOOM TUTTO

COMANDO: MENU **VISUALIZZA>ZOOM TUTTO**

Qualunque sia la vista corrente della parete, quando viene richiamato questo comando viene centrata la vista sulla parete in modo tale che tutti gli oggetti siano compresi nella vista.

Può essere richiamato anche col comando rapido F3.

### 5.3.3.2. FILTRI DI VISUALIZZAZIONE

COMANDO: MENU **VISUALIZZA>FILTRI DI VISUALIZZAZIONE**

Il sottomenu filtri di visualizzazione dispone di comandi che permettono di visualizzare o nascondere gli elementi dell'editor di pianta (cfr. § 5.2). E' possibile infatti abilitare o disabilitare la visualizzazione delle categorie di elementi presenti nell'editor di pianta (linee guida, punti di riferimento, linee di pianta, travi, pilastri, fondazioni, solai, ammassamenti d'angolo). E' inoltre possibile visualizzare immediatamente tutti gli elementi dell'editor di pianta cliccando sulla voce "visualizza tutto".

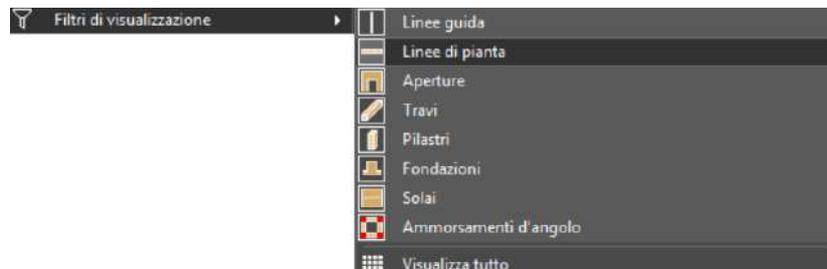


Figura 334. Menu filtro di visualizzazione.

Gli elementi possono essere nascosti, cioè resi non visibili, o mantenuti visibili, ma inattivi. In questo secondo caso gli elementi rimarranno visibili, ma saranno inibite tutte le operazioni che possono essere eseguite su quelle categorie di elementi. Questa modalità può risultare utile per piante particolarmente complesse, quando si vuole operare solo su certe tipologie di elementi, escludendo le altre.

Selezionare il comando filtri di visualizzazione, e attivare o disattivare la visualizzazione di uno o più gruppi di elementi. Il gruppo di elementi che viene disattivato è riportato e visualizzato, con il simbolo di "vista inibita", nell'angolo in alto a sinistra della finestra di editor.

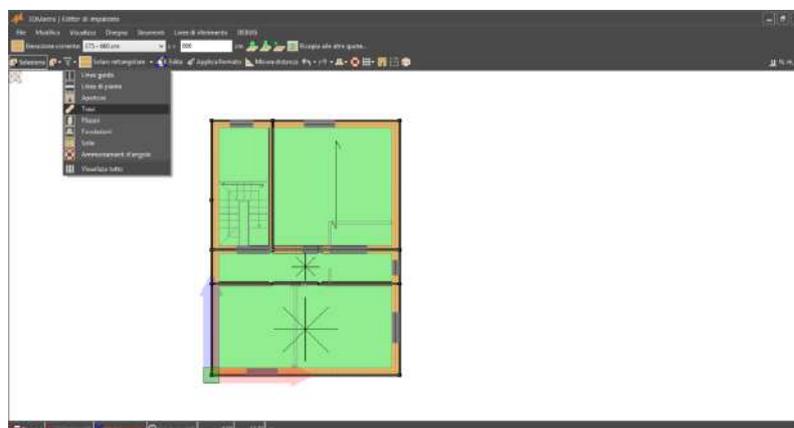


Figura 335. Nascondi elemento mediante filtro visualizzazione.

### 5.3.3.3. LINEE DI AIUTO

COMANDO: MENU VISUALIZZA>LINEE DI AIUTO

Questo comando permette di attivare ai seguenti comandi:

- **Ortho**: abilita, in fase di disegno (cfr. § 5.3.4), la modalità di supporto al puntamento ortho (tasto F8 da tastiera).
- **Auto**: abilita, in fase di disegno (cfr. § 5.3.4), delle linee guida disposte secondo due assi principali x e y, passanti per un qualsiasi punto o nodo estremo di una linea disegnata. Le linee guida vengono tracciate sia nell'ambiente editor per impalcato che in quello di parete (ai bordi della linea di pianta). Queste linee guida sono molto utili per individuare altri punti di intersezione.

### 5.3.3.4. VISUALIZZA ID DELLE PARETI

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ID DELLE PARETI

Questo comando, se selezionato, consente di visualizzare il numero identificativo (ID) di ciascuna parete. Tale numerazione è utilizzata per individuare le pareti nell'area di lavoro principale attraverso la finestra struttura ad albero del modello (cfr. § 2.3), ovvero nell'editor di parete attraverso il wall navigator. La stessa numerazione è riportata nella relazione di calcolo. Può essere utile ricorrere a questo comando per verificare se linee di pianta allineate sono state disegnate correttamente. Nel caso in cui le linee di pianta dovessero risultare non allineate, esse verranno assegnate a pareti differenti ed identificate quindi con ID differenti.

### 5.3.3.5. QUOTE

COMANDO: MENU VISUALIZZA>QUOTE

Questo comando, se selezionato, consente di visualizzare le quote sommitali delle linee di pianta dell'ultimo impalcato.

### 5.3.3.6. COLORA ELEMENTI IN BASE ...

COMANDO: MENU VISUALIZZA>COLORA ELEMENTI IN BASE A

Questo menu consente di gestire la visualizzazione degli elementi, secondo criteri diversi, che permettono una verifica efficace della bontà delle assegnazioni effettuate durante la modellazione.



Figura 336. Sotto-menu per la colorazione degli elementi

**Colora in base al formato (CTRL+F).** Gli elementi dell'editor di pianta possono essere visualizzati in base al colore del formato (ossia dell'elemento-tipo) assegnato (cfr. § 4.3.4). Nell'esempio riportato in Figura 337) tre linee di pianta hanno il medesimo elemento-tipo e vengono colorate in blu, mentre quella rossa è colorata diversamente perché caratterizzata da un elemento-tipo diverso.

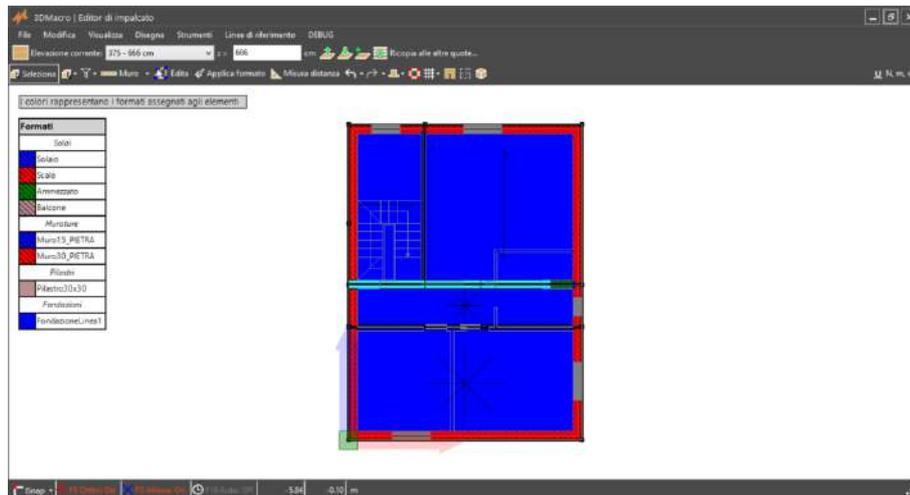


Figura 337. Visualizzazione delle linee di pianta in base all'elemento-tipo assegnato.

**Colora in base al carico (CTRL+L).** Gli elementi dell'editor di pianta (in tal caso i solai) possono essere visualizzati in base al carico di area applicato.

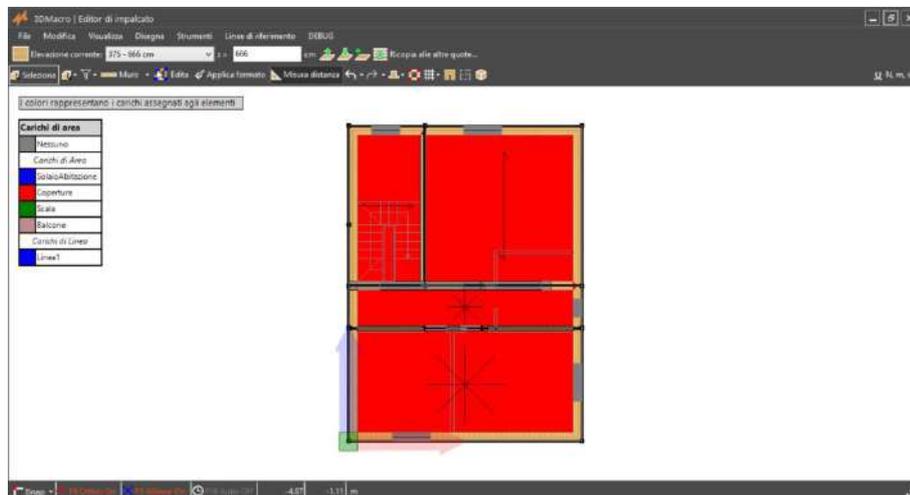


Figura 338. Visualizzazione delle linee di pianta in base al carico

**Non colorare (CTRL+N).** Consente di inibire qualsiasi colorazione specifica e ritornare alla modalità di visualizzazione predefinita degli elementi dell'editor di pianta.

### 5.3.4. MENU DISEGNA

Questo menu consente di immettere tutti gli oggetti dell'editor di pianta. Alcuni comandi presenti in questo menu sono disponibili anche nella barra dei comandi rapidi (cfr. § 5.5).

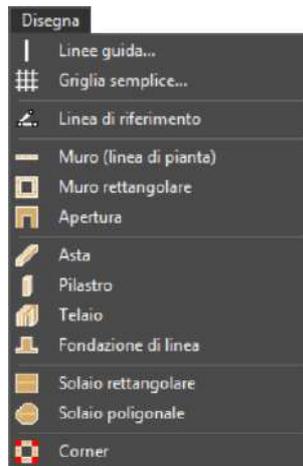


Figura 339. Menu Disegna da Editor di Pianta

#### 5.3.4.1. LINEA GUIDA

COMANDO: MENU DISEGNA>LINEA GUIDA

Con tale comando si accede alla finestra per la gestione delle linee guida (cfr. § 5.2.1). La finestra edita linee guida è composta da:

- i bottoni "orizzontale" e "verticale", posti in alto a sinistra ed attivabili alternativamente, consentono di distinguere le linee guida ad asse orizzontale da quelle ad asse verticale;
- il menu a tendina "unità di misura", da cui è possibile impostare l'unità di misura della voce "posizione";
- una tabella delle proprietà delle linee guida, posta al centro della finestra, contenente i dati caratteristici delle proprietà di ciascuna linea guida;
- il riquadro dei comandi "inserisci in serie", posto nella parte inferiore della finestra.

Ogni linea guida possiede alcune proprietà che l'utente può sfruttare per agevolare l'immissione grafica della pianta. Ogni linea guida possiede le seguenti proprietà:

- Ha una direzione (orizzontale o verticale), corrispondente ad una delle due tabelle che sono visualizzabili ed editabili in questa finestra;
- Può avere un nome, utile per identificare immediatamente una particolare linea guida;
- La posizione indica l'ascissa (per linee guida ad asse verticale), o l'ordinata (per linee guida ad asse orizzontale), in cui è posizionata la linea guida, coerentemente con l'unità di misura selezionata;
- Può essere visibile o si può inibirne la vista, se in certi momenti è utile nasconderle;
- Può essere **globale**, se si desidera che la linea guida venga ritrovata a tutte le quote, oppure **locale**, se si desidera che la linea guida esista solo nella pianta corrente.

E' possibile **aggiungere** una nuova linea guida semplicemente scrivendo nell'ultima riga (inizialmente vuota), la posizione della linea guida.

Alternativamente è possibile **aggiungere** le linee guida poste a distanza regolare, digitando nel riquadro “inserisci in serie” la nuova posizione (o quella esistente), della prima linea guida, il numero di linee guida che si intende aggiungere (nella casella “numero”) e la distanza relativa tra le stesse (nella casella “a distanza”). Infine cliccare sul bottone “aggiungi”.

È possibile **cancellare** una o più linee guida selezionando le righe corrispondenti e premendo il tasto “Elimina selezionate”

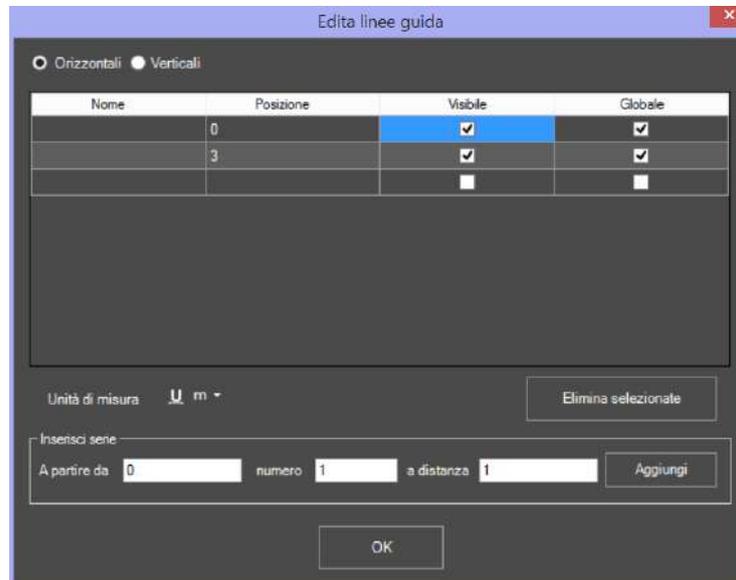


Figura 340. Finestra per l'immissione delle linee guida

#### 5.3.4.2. GRIGLIA SEMPLICE

COMANDO: MENU DISEGNA>GRIGLIA SEMPLICE

Questa finestra consente di immettere, in maniera rapida ed immediata, una griglia di linee guida. I parametri richiesti sono:

- **Dimensioni X e Y:** rappresenta la larghezza totale della griglia nelle due dimensioni;
- **Numero di campi X e Y:** indica il numero dei campi in cui suddividere i due lati della griglia.
- **Linee guida globali:** selezionando questa opzione è possibile attribuire alle linee guida della griglia la proprietà “globale”, che consente di ritrovare le linee guida della griglia a tutte le quote (cfr. § 5.3.4.1).

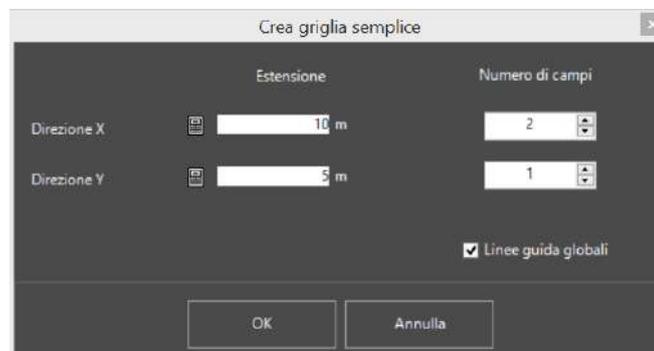


Figura 341. Finestra di immissione griglia semplice



### ATTENZIONE

*L'origine della griglia si trova sempre nell'origine del sistema di riferimento. Non è possibile definire una griglia semplice che abbia origine in qualsiasi altro punto.*

#### 5.3.4.3. LINEA DI RIFERIMENTO

COMANDO: MENU DISEGNA>LINEA DI RIFERIMENTO

Questo comando consente di immettere le linee di riferimento nella pianta. Possono essere immesse cliccando nell'area principale gli estremi delle linee,

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro sulla finestra di lavoro principale, comparirà il messaggio che chiede se si vuole rendere la linea di riferimento indefinita. Dopo aver tracciato la linea di riferimento, cliccare col tasto destro del mouse e dal menu contestuale selezionare Termina, per confermare i punti immessi.

Le linee di riferimento tracciate sono di default bloccate (non possono essere selezionate, ne' editate). Per renderle editabili e selezionabili, occorre sbloccarle mediante l'apposito comando disponibile nel menu Linee di riferimento.

#### 5.3.4.4. MURO (LINEE DI PIANTA)

COMANDO: MENU DISEGNA>MURO (LINEE DI PIANTA)

Questo comando consente di immettere muri (linee di pianta) di tipo poligonale. Possono essere immesse cliccando nell'area principale gli estremi delle linee, o immettendone le coordinate nella finestra delle proprietà.

Gli estremi delle linee possono essere immessi in serie, e infine confermati cliccando col tasto destro del mouse sulla finestra principale e selezionando termina, oppure cliccando sul tasto ESC da tastiera.

Dal pannello edit object, posto sulla destra, è possibile gestire le proprietà da assegnare al muro (o linea di pianta) che si sta creando. In alto è possibile selezionare il formato (o elemento-tipo) da attribuire al muro. L'elemento-tipo può essere scelto tra quelli disponibili (cfr. § 4.3.4).

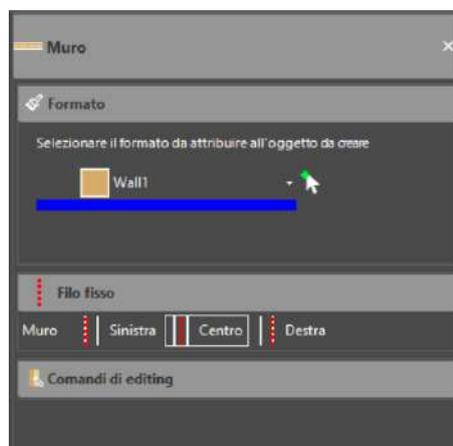


Figura 342. Pannello edit-object per l'immissione di muri

L'immissione del muro (o linea di pianta) avviene sempre assegnando il filo fisso. La posizione relativa tra l'ingombro della linea di pianta e il filo fisso viene determinato dall'allineamento selezionato, che può essere tutto a sinistra, tutto a destra o centrato rispetto al filo fisso disegnato.

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro del mouse sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu contestuale a tendina con diverse opzioni:



Figura 343. Menu contestuale in fase di input dei muri (linee di pianta)

- **Termina:** conferma i punti immessi;
- **Linee di aiuto:** apre un sottomenu che consente di tracciare delle linee di aiuto da potersi utilizzare come riferimento per la linea di pianta che si sta disegnando. Abilitando i comandi "Ortho" (F8 da tastiera) è possibile tracciare le linee di pianta (i muri) lungo le direzioni degli assi x e y del sistema di riferimento globale. Abilitando invece il comando "Auto" (F10 da tastiera) vengono tracciate automaticamente delle linee guida (orizzontale e verticale) in corrispondenza dell'ultimo punto tracciato. Lo stato di questi comandi (on-off) viene visualizzato in basso sulla barra delle informazioni.
- **Annulla:** elimina l'immissione dell'ultimo punto.



Figura 344. Barra delle informazioni e stato delle impostazioni di tracciamento dei muri.

#### 5.3.4.5. MURO RETTANGOLARE

##### COMANDO: MENU DISEGNA>MURO RETTANGOLARE

Questo comando consente di immettere muro di tipo rettangolare. Il rettangolo viene determinato da due punti (vertici) posti su una diagonale. I punti possono essere immessi cliccando nell'area principale gli estremi della diagonale.

Dal pannello edit object, posto sulla destra, è possibile gestire le proprietà da assegnare ai muri. In alto è possibile selezionare il formato (o elemento-tipo) da attribuire alla linea di pianta. L'elemento-tipo può essere scelto tra quelli disponibili (cfr. § 4.3.4).

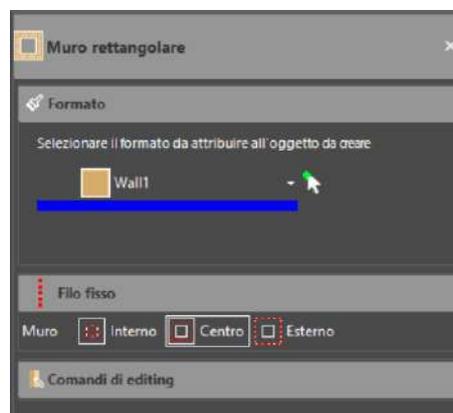


Figura 345. Pannello edit-object per l'immissione di muri rettangolari

L'immissione della linea di pianta avviene sempre specificando il filo fisso. La posizione relativa dell'ingombro della linea di pianta rispetto al filo fisso viene determinata dall'allineamento scelto per il filo fisso stesso; quest'ultimo può essere tutto "a sinistra", tutto "a destra" o "centrato", rispetto alla linea di pianta che si sta tracciando.

Nel corso dell'immissione delle linee di pianta, cliccando col tasto destro del mouse sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu contestuale a tendina, con diverse opzioni di :

- **Termina:** conferma i punti immessi;
- **Linee di aiuto:** apre un sottomenu che consente di tracciare delle linee di aiuto da potersi utilizzare come riferimento per la linea di pianta che si sta disegnando. Abilitando i comandi "Ortho" (F8 da tastiera) è possibile tracciare le linee di pianta (i muri) lungo le direzioni degli assi x e y del sistema di riferimento globale. Abilitando invece il comando "Auto" (F10 da tastiera) vengono tracciate automaticamente delle linee guida (orizzontale e verticale) in corrispondenza dell'ultimo punto tracciato. Lo stato di questi comandi (on-off) viene visualizzato in basso sulla barra delle informazioni.
- **Annulla:** elimina l'immissione dell'ultimo punto.

#### 5.3.4.6. APERTURA

COMANDO: MENU DISEGNA>APERTURA

Questo comando consente di immettere una apertura all'interno di un muro. Selezionare il comando disegna apertura, quindi individuare la posizione in pianta dell'apertura, individuandone i punti in pianta, in corrispondenza del filo fisso della parete stessa. Cliccare sul primo punto di inserimento dell'apertura e definirne la larghezza, cliccando sul secondo punto in pianta.



Figura 346. Finestra impostazione proprietà apertura

All'apertura della finestra di impostazione apertura sarà possibile assegnare tutte le altre caratteristiche geometriche:

- **Ascissa (x):** esprime la posizione dell'apertura, ovvero la distanza del lato dell'apertura, rispetto all'origine della linea di pianta;
- **Larghezza (B):** ampiezza del vano finestra o porta;
- **Altezza (H):** altezza del vano porta o finestra;
- **Elevazione (e):** attivo solo se l'apertura è una finestra, esprime la distanza dalla base della parete, al bordo inferiore dell'apertura;
- **Porta:** attivare questa opzione, se l'apertura è una porta (il campo che consente di definire l'elevazione sarà inibito).

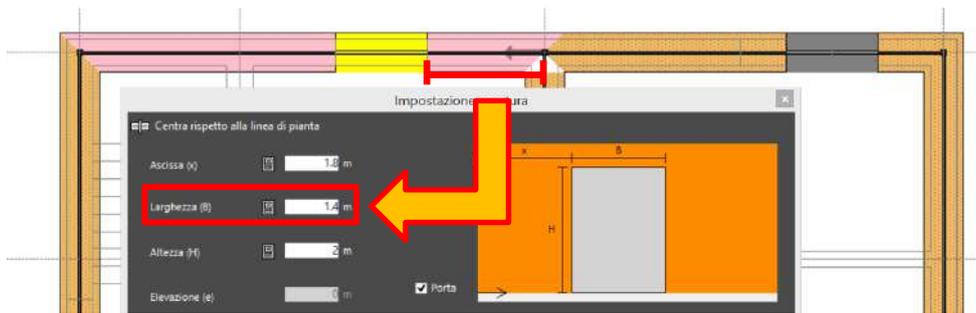


Figura 347. Ascissa apertura.

#### 5.3.4.1. ASTA

COMANDO: MENU DISEGNA>ASTA

Questo comando consente di immettere un'asta (trave, cordolo, etc.). Le opzioni di tracciamento sono identiche a quelle già viste per i muri (cfr. § 5.3.4.4). Prima di tracciare l'asta è necessario selezionare il formato da attribuire all'elemento (elemento tipo), nonché il filo fisso, mediante il pannello edit object a destra.

Tracciare l'asta, mediante la definizione dei suoi nodi iniziale e finale.

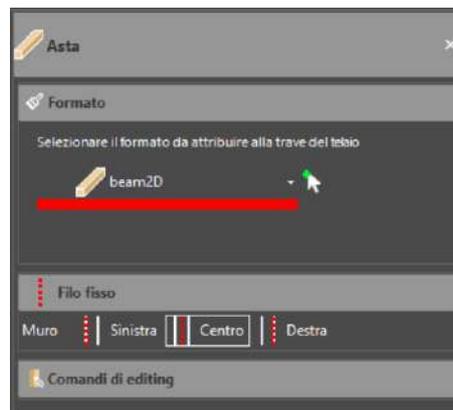


Figura 348. Pannello edit-object per l'immissione di un'asta



### IMPORTANTE

*E' possibile creare travi, telai e pareti in falso, senza la necessità di avere una linea di pianta corrispondente al livello iniziale. Non è necessario disegnare preventivamente, al livello inferiore, alcuna linea di pianta; è possibile disegnare una asta senza la necessità di "appoggiarsi" ad una traccia parete pre-esistente al primo livello.*

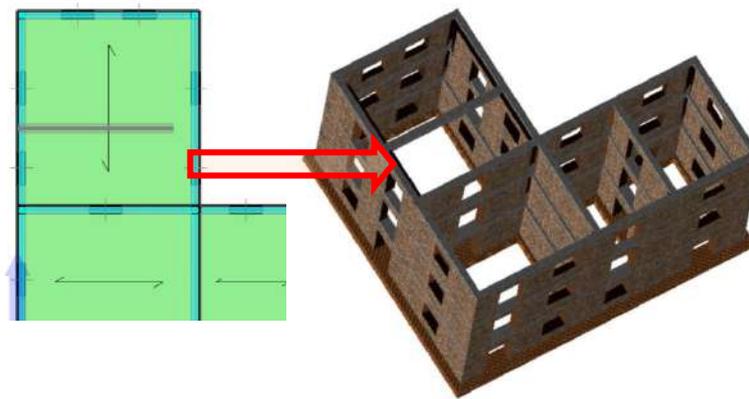


Figura 349. Tracciamento di una asta in falso.

#### 5.3.4.2. PILASTRO

##### COMANDO: MENU DISEGNA>PILASTRO

Questo comando consente di immettere un pilastro, selezionando il formato da attribuirgli tra quelli precedentemente definiti (elemento tipo) ed il filo fisso rispetto a cui allineare il pilastro. E' possibile posizionare il pilastro in un punto, allineando la sezione in pianta rispetto al baricentro, o ad uno degli spigoli, o rispetto alla mezzeria di uno dei lati della sezione trasversale del pilastro stesso.



Figura 350. Pannello edit-object per l'immissione di pilastri

Nel corso dell'immissione del pilastro, cliccando col tasto destro del mouse sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu a tendina con diverse opzioni, che consentono di abilitare/disabilitare le funzioni di aiuto al disegno (Ortho, Allinea) e di sfruttare delle linee di aiuto.

Per il significato dei comandi disponibili, si rimanda al precedente paragrafo, relativo all'input dei muri (cfr. § 5.3.4.4).

#### 5.3.4.3. TELAIO

##### COMANDO: MENU DISEGNA>TELAIO

Questo comando consente di immettere un telaio piano, costituito da travi e pilastri. Le opzioni di tracciamento sono identiche a quelle già viste per i muri (cfr. § 5.3.4.4). Prima di tracciare il telaio è necessario selezionare il formato da attribuire alla trave e ai pilastri del telaio stesso, nonché il filo fisso sia per la trave, che per i pilastri.

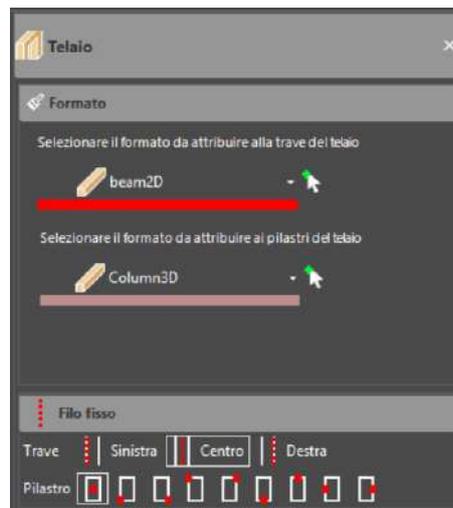


Figura 351. Pannello edit-object per l'immissione di telai

#### 5.3.4.4. FONDAZIONE DI LINEA

##### COMANDO: MENU DISEGNA> FONDAZIONE DI LINEA

Questo comando consente di immettere fondazioni di linea. La fondazione viene disegnata individuando nodo iniziale e finale della linea di pianta. La fondazione di linea può essere definita indipendentemente dalla presenza o meno di una traccia parete pre-esistente. Non è necessario aver precedentemente definito un muro (linea di pianta).

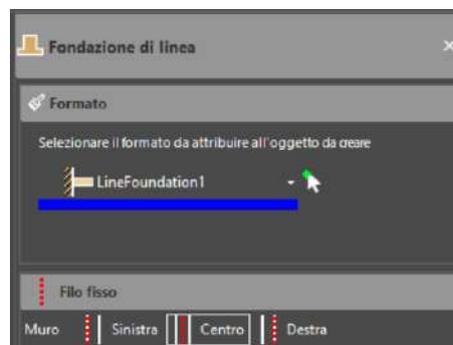


Figura 352. Pannello edit-object per l'immissione di Fondazione di Linea

Dopo aver selezionato il comando disegna > fondazione di linea, dal pannello edit object sulla destra scegliere il formato (elemento tipo) e il filo fisso.



#### IMPORTANTE

*E' impossibile creare una fondazione di linea se il formato selezionato ha una larghezza nulla (quindi se è stato definito come tipo di vincolo "personalizzato") (cfr. § 4.3.5.5.1). Per poter creare una fondazione di linea occorre selezionare un formato con lunghezza non nulla, ovvero un elemento-tipo fondazione con Tipo di vincolo "trave di fondazione". L'utente viene informato mediante un alert. Se nessun elemento tipo con tipo di vincolo "trave di fondazione" è presente in archivio, l'utente dovrà portarsi nell'ambiente principale e dal menu Definisci > Elementi tipo > Fondazioni (cfr. § 4.3.5.5.1) definire un elemento tipo fondazione come Vincolo di Linea e tipo di vincolo "Trave di fondazione", avente larghezza non nulla.*

## 5.3.4.5. SOLAIO RETTANGOLARE

COMANDO: MENU DISEGNA>SOLAIO RETTANGOLARE

Questo comando consente di immettere solai di tipo rettangolare. Il rettangolo viene determinato da due punti posti su una diagonale. I punti devono essere immessi cliccando nell'area principale gli estremi della diagonale, in modo che questi giacciono sugli estremi dei fili fissi delle linee di pianta.

Dal pannello edit-object è possibile gestire le proprietà da assegnare al solaio. In alto è possibile selezionare il formato (o elemento-tipo) da attribuire. L'elemento-tipo può essere scelto tra quelli disponibili (cfr. S 4.3.4).

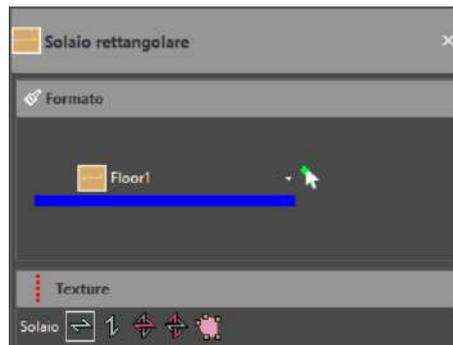


Figura 353. Pannello edit-object per l'immissione di solai rettangolari.

Dallo stesso pannello è possibile selezionare anche l'orditura (texture). Selezionare il tipo orditura scegliendo tra una delle seguenti opzioni:

-  **Orditura in direzione X** (disponibile solo per solai rettangolari o, seppur poligonale, con massimo quattro lati): consente di ordire il solaio nella direzione X del sistema di riferimento globale;
-  **Orditura in direzione Y** (disponibile solo per solai rettangolari o comunque con massimo quattro lati): consente di ordire il solaio nella direzione Y del sistema di riferimento globale;
-  **Orditura doppia X** (disponibile solo per solai rettangolari o comunque con massimo quattro lati): consente di assegnare una doppia orditura, e di far coincidere la direzione x della piastra ortotropa equivalente al solaio con l'asse X del sistema di riferimento globale;
-  **Orditura doppia Y** (disponibile solo per solai rettangolari o comunque con massimo quattro lati): che consente di assegnare una doppia orditura, e di far coincidere la direzione x della piastra ortotropa equivalente al solaio con l'asse Y del sistema di riferimento globale;
- Orditura personalizzata**: consente di ripartire il carico sui singoli lati secondo delle percentuali inserite manualmente dall'utente. Selezionando ciascuna riga o inserendo la relativa percentuale di carico da attribuire verrà evidenziato il lato del solaio corrispondente nella finestra principale dell'editor di pianta.



### ATTENZIONE

*Per i solai poligonali l'orditura personalizzata è l'unica che può essere assegnata.*

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu a tendina con le opzioni già descritte per la creazione di muri (cfr. § 5.3.4.4).



### IMPORTANTE

*Quando viene disegnato un solaio rettangolare gli viene attribuita un'orditura di default (in generale in direzione X). E' possibile personalizzare l'orditura dal pannello edit-object, in fase di creazione del solaio oppure farlo successivamente, in modalità edit, utilizzando il medesimo pannello.*



### ATTENZIONE

*Quando viene disegnato un solaio (qualunque sia la modalità di input prescelta) non gli viene attribuito di default alcun carico di area, ma solo quello corrispondente al peso proprio, che è una proprietà della sezione del solaio.*

#### 5.3.4.6. SOLAIO POLIGONALE

##### COMANDO: MENU DISEGNA>SOLAIO POLIGONALE

Questo comando consente di immettere solai di tipo poligonale. Possono essere immessi cliccando nella finestra principale dell'editor di pianta i punti dei vertici del solaio, in modo che i vertici del solaio giacciono sugli estremi dei fili fissi delle linee di pianta.

Gli estremi delle linee possono essere immessi in serie, confermando cliccando col tasto destro sulla finestra principale e selezionando termina.

Dal pannello delle proprietà (edit-object) è possibile gestire le proprietà da assegnare al solaio. In alto è possibile selezionare il formato (o elemento-tipo) da attribuire al solaio. L'elemento-tipo può essere scelto tra quelli disponibili (cfr. § 4.3.4).

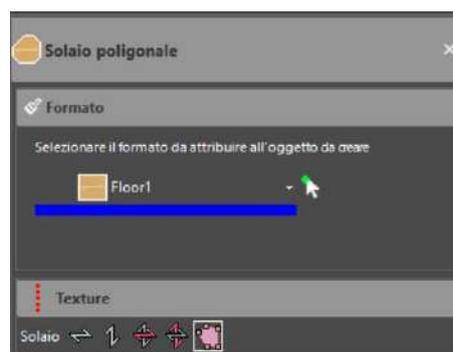


Figura 354. Pannello edit-object per l'immissione di solai poligonali

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu a tendina con le opzioni già descritte per la creazione di muri (cfr. § 5.3.4.4).



## IMPORTANTE

*Quando viene disegnato un solaio poligonale gli viene attribuita di tipo personalizzata, con scarico su tutti i lati della maglia, proporzionale alla lunghezza dei lati stessi.*

### 5.3.4.1. AMMORSAMENTI D'ANGOLO (CORNER)

COMANDO: MENU DISEGNA> AMMORSAMENTI D'ANGOLO (CORNER)

Questo comando consente di immettere ammorsamento d'angolo in corrispondenza di un qualunque incrocio tra due pareti.

L'ammorsamento (o corner) consente di personalizzare l'intersezione tra le pareti (o le aste), convergenti nel nodo, e di definirne il grado di ammorsamento.

Per immettere l'ammorsamento occorre semplicemente selezionare un punto sulla pianta. L'ammorsamento dovrebbe essere inserito in corrispondenza di un punto su cui confluiscono due o più linee di pianta. Se l'ammorsamento viene inserito in un punto su cui non confluiscono due o più linee di pianta, l'utente viene avvisato e viene chiesto se si vuole definire comunque l'elemento.

### 5.3.5. MENU STRUMENTI

Questo menu consente di disporre di strumenti utili nella fase di creazione del modello.

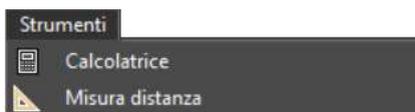


Figura 355. Menu Strumenti

In particolare sono disponibili i seguenti comandi:

- **Calcolatrice:** apre la calcolatrice, che consente di calcolare semplici espressioni.
- **Misura distanza:** consente di misurare la distanza tra due punti, muovendosi all'interno dell'area grafica, come in ambiente CAD.

### 5.3.6. MENU LINEE DI RIFERIMENTO

Questo menu agevola la gestione delle linee di riferimento. Consente in particolare di visualizzarle, nasconderele eliminarle o bloccare la modifica e di importarle da file DXF.

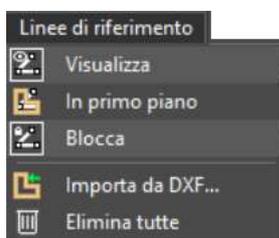


Figura 356. Menu Linee di Riferimento

#### 5.3.6.1. VISUALIZZA

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>VISUALIZZA

Il comando Visualizza consente di mostrare o nascondere le linee di riferimento presenti.

### 5.3.6.2. IN PRIMO PIANO

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>IN PRIMO PIANO

Questo comando porta in primo piano le linee di riferimento presenti.

### 5.3.6.3. BLOCCA

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>BLOCCA

Quando è attivata questa modalità non è possibile né selezionare, né editare le linee di riferimento.

### 5.3.6.4. IMPORTA DA DXF

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>IMPORTA DA DXF

Attraverso questo comando è possibile importare disegni CAD 2D, rappresentativi della pianta dell'impalcato corrente in formato DXF. Cliccando sul comando si apre una finestra di selezione nella cartella di lavoro corrente, da cui è possibile selezionare il file DXF. È importante seguire le seguenti regole pratiche per una importazione efficace:

Prima di importare il file DXF, occorre apportare le seguenti modifiche, mediante il vostro software CAD:

- E' opportuno posizionare l'origine del sistema di riferimento, del disegno CAD, in uno dei vertici della pianta.
- E' necessario cancellare disegni ed immagini contigue alla pianta, mantenendo su questa solo ciò che è effettivamente utile ed eliminando eventuali retini, elementi architettonici (tramezzi non strutturali, pareti in cartongesso, finestre, infissi, etc...), di scarso valore strutturale, o che non si intendono comunque modellare.
- Prima di importare il file DXF è necessario chiudere il file che si vuole importare.



### ATTENZIONE

*3DMacro® importa dal disegno in formato DXF soltanto gli oggetti "linea". Pertanto è necessario, prima di importare il file DXF, selezionare la pianta ed esplodere tutto, in modo che il disegno sia costituito solo da oggetti linea.*

Dopo aver selezionato il file DXF si apre una finestra che contiene i seguenti comandi:

- **Layers da importare:** questo comando visualizza l'elenco completo dei layers presenti nel file DXF selezionato. È possibile importare gli oggetti contenuti in determinati layers spuntando le corrispondenti caselle di opzione.
- **Coordinate DXF del punto di origine:** consente di specificare le coordinate (espresse nelle unità di misura CAD del file che si sta importando) del punto nel file DXF, che si vuole impostare come origine del sistema di riferimento globale. Se nel file DXF è stata posizionata l'origine del sistema di riferimento in uno dei vertici della pianta, su cui si vuole posizionare l'origine del sistema di riferimento globale del modello in 3DMacro, allora le coordinate DXF del punto di origine saranno (0, 0).
- **Unità di misura del disegno DXF:** in questa casella di testo è necessario specificare a quanti cm (ovvero metri, mm, pollici), corrisponde l'unità di misura CAD del disegno in formato DXF.
- **Importa:** questo comando conferma quanto è contenuto nella finestra e avvia l'importazione del disegno DXF. Una volta completata la procedura di importazione le linee del disegno DXF saranno trattate alla stregua delle linee di riferimento.

- **Annulla:** questo comando annulla la procedura di importazione da file DXF.

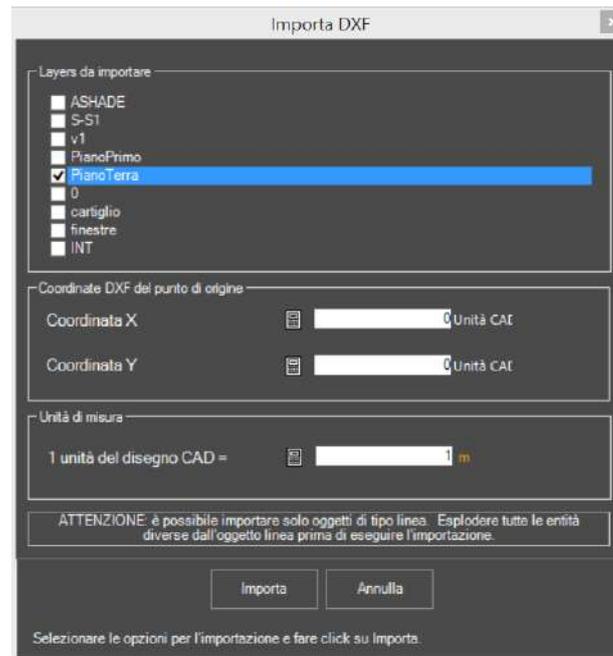


Figura 357. Finestra di assegnazione dei carichi

#### 5.3.6.5. ELIMINA TUTTE

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO> ELIMINA TUTTE

Elimina con un solo comando tutte le linee di riferimento.

## 5.4. BARRA DI GESTIONE QUOTE

Questo menu consente una rapida gestione delle quote, di spostarsi rapidamente da un livello ad un altro, ed eventualmente anche di editare le quote.



Figura 358. Gestione della visualizzazione delle quote

Il primo menu a tendina consente di selezionare l'elevazione desiderata, tra quelle già immesse. Le due icone successive   consentono rispettivamente di spostarsi alla quota immediatamente superiore e inferiore rispetto a quella corrente.

Le altre tre icone consentono rispettivamente di:

-  Ricopia alle altre quote... apre il pannello che consente di ricopiare oggetti della quota corrente alle altre quote.

Il menu a tendina "elevazione corrente" visualizza l'impalcato di elevazione del livello correntemente visualizzato e riporta la quota z massima per quell'impalcato. Si precisa che i solai visualizzati sono ubicati a tale quota indicata.



## 5.5. BARRA DEI COMANDI RAPIDI

Questa barra contiene i comandi che l'utente si troverà ad utilizzare con maggiore frequenza. E' possibile infatti gestire le modalità di lavoro, accedere agli strumenti di disegno, e a quelli per l'assegnazione delle proprietà.



Figura 359. Barra dei comandi rapidi.

La maggior parte di essi ha un corrispondente nel menu principale, ma alcuni sono accessibili solo da questo menu.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Seleziona:</b> Se attivo, consente di impostare la modalità di Selezione (cfr. § 5.5.1.1). Tale modalità di lavoro è alternativa a quella di Editing.
	<b>Menu a tendina "Crea...":</b> consente di accedere velocemente ad alcuni comandi del menu disegna (cfr. § 5.3.4).
	<b>Edita:</b> Se attivo, consente di impostare la modalità Edita (cfr. § 5.5.1.2). Tale modalità di lavoro è alternativa a quella di Selezione.
	<b>Incolla formato:</b> Attiva il box incolla formato per assegnare a tutti gli elementi presenti (murature, setti in c.a., aste, pilastri, solai, fondazioni) il relativo elemento-tipo (cfr. § 4.3.4).
	<b>Misura distanza:</b> Attiva la procedura per misurare la distanza tra punti (cfr. § 5.5.4).
	<b>Annulla:</b> annulla, una o più, delle ultime operazioni effettuate (cfr. § 5.3.2.1).
	<b>Fondazioni:</b> mediante i comandi disponibili da questo menu a tendina è possibile generare elementi fondazione alla base di tutte le linee di pianta della quota corrente, selezionando il relativo elemento tipo e cancellare quelle delle linee di pianta selezionate. E' anche possibile assegnare o cancellare la stratigrafia del terreno alla base delle linee di pianta della quota corrente.
	<b>Ammorsamenti d'angolo (o corner):</b> aggiunge ammorsamenti d'angolo in corrispondenza di tutte le intersezioni di pareti.
	<b>Crea Griglia semplice:</b> Consente di modificare le linee guida o di creare una griglia semplice (cfr. § 5.3.4.1 e § 5.3.4.2).
	<b>Passa a Wall Builder:</b> apre l'ambiente di modellazione per pareti. Dopo aver selezionato una parete dalla pianta, cliccando su questo comando si accede all'editor per pareti della parete selezionata.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Unità di misura:</b> Consente di sostituire le unità di misure selezionate con una tra quelle disponibili.
	<b>Torna a modello 3D:</b> Chiude l'editor di pianta accettando le modifiche effettuate, senza salvare i dati su file (per salvare i dati su file, occorre utilizzare il comando Salva, disponibile sull'ambiente principale del programma, dal menu File).

### 5.5.1. MODALITÀ "SELEZIONA" ED "EDITA"

Queste due modalità di lavoro, consentendo operazioni differenti, sono alternative l'una all'altra. Possono essere attivate cliccando su uno dei seguenti due tasti presenti nella barra dei comandi rapidi.



Figura 360. Icone delle modalità 'Selezione' ed 'Edita'

#### 5.5.1.1. MODALITÀ SELEZIONA

Quando questa modalità viene attivata è possibile selezionare uno o più elementi, anche appartenenti a categorie diverse, ed è possibile accedere al menu contestuale (cfr. § 5.6.1) e ai comandi che esso consente di utilizzare.

Per selezionare più elementi si può cliccare una volta col tasto sinistro e spostare il mouse in modo da tracciare una finestra che contenga gli elementi da selezionare, quindi cliccare una seconda volta col tasto sinistro nel punto desiderato. Alternativamente è possibile selezionare gli oggetti singolarmente, tenendo premuto il tasto SHIFT (o MAIUSCOLO) della tastiera e cliccando col tasto sinistro sugli stessi in modo da aggiungerli alla selezione.

#### 5.5.1.2. MODALITÀ EDITA

Quando questa modalità viene attivata si aprirà automaticamente la finestra delle proprietà. E' possibile selezionare un elemento per volta e accedere alle funzioni che consentono di modificare le proprietà geometriche e le assegnazioni dell'oggetto selezionato.

##### 5.5.1.2.1. EDITA MURO (LINEA DI PIANTA)

Si riporta di seguito un semplice esempio su come modificare un muro (linea di pianta). Come si vede nella figura seguente, è stato tracciato un muro rettangolare, successivamente è stata attivata la modalità di lavoro Edita, e quindi è stato selezionato uno dei muri del poligono. Si è così avuto accesso alla finestra delle proprietà, visualizzata sulla destra.

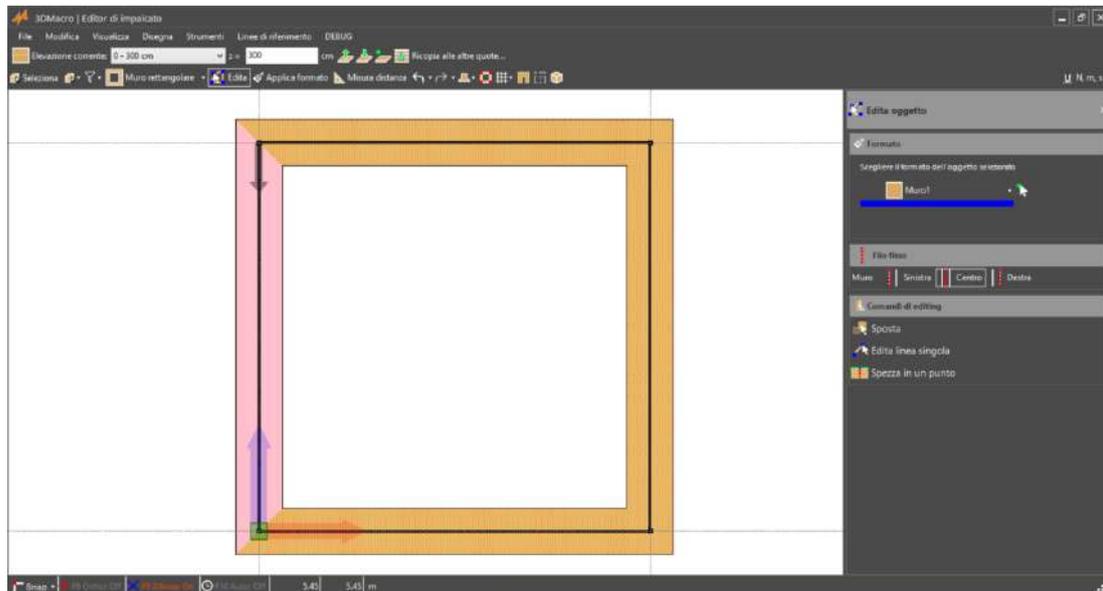
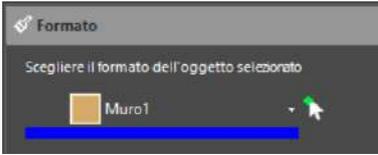
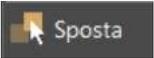


Figura 361. Modalità di editing di un muro

I comandi disponibili nella finestra delle proprietà sono:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	Cambia il formato (elemento-tipo cfr. S4.3.5.1) del muro.
	Cambia il filo fisso del muro.

E' inoltre possibile editare in modo rapido la geometria, selezionando una delle opzioni seguenti:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Sposta:</b> Muove l'oggetto selezionato trasladolo.

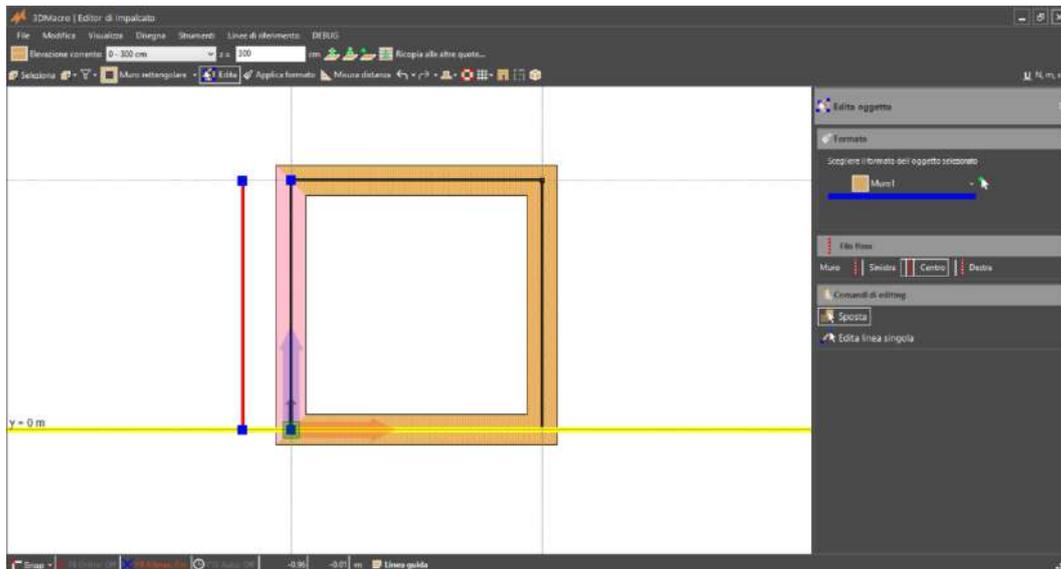


Figura 362. Editing di un muro rettangolare, in modalità "Sposta"

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Edita la linea singola:</b> svincola la singola linea dagli altri elementi con i quali è a contatto.</p>

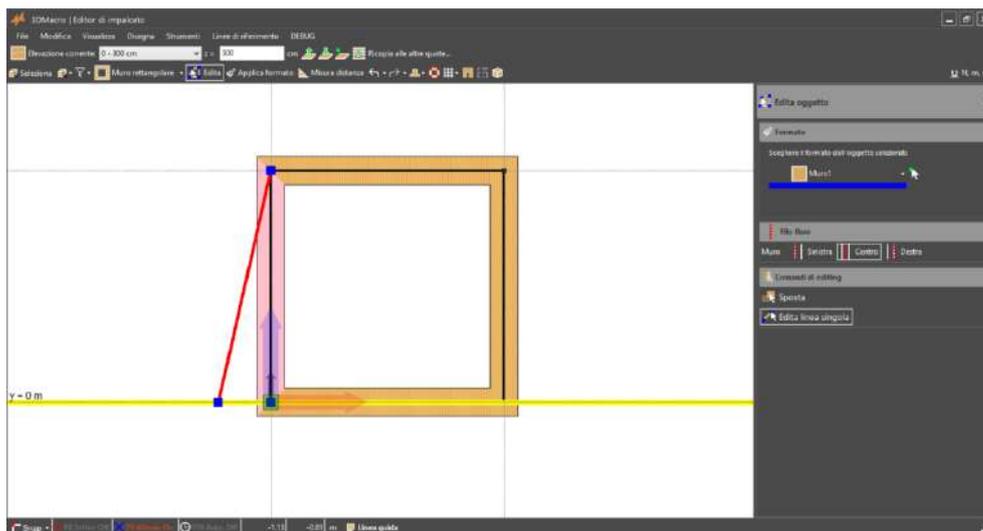
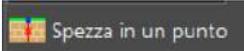


Figura 363. Editing di un muro rettangolare, in modalità "edita linea singola".

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
 Spezza in un punto	<b>Spezza in un punto:</b> spezza la linea di pianta in un punto selezionato.

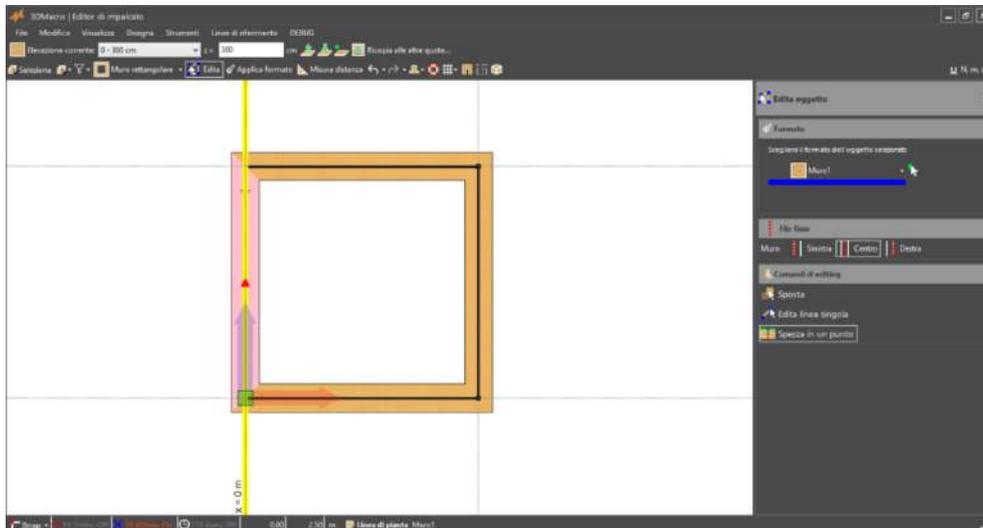


Figura 364. Editing di una linea di pianta in modalità Spezza in un punto.

E' consentito l'editing di pareti contenenti aperture e timpani senza che questi ultimi vengano cancellati. In presenza di aperture la funzione di editing della linea di pianta (sia edita linea singola che spezza in un punto) consente un riadattamento della posizione e ampiezza apertura proporzionalmente alla nuova lunghezza della linea di pianta.

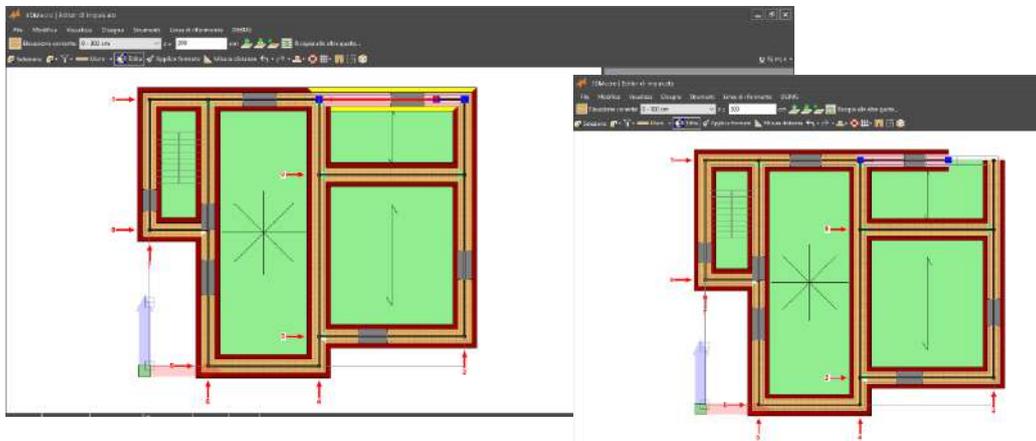


Figura 365. Editing di una linea di pianta, in modalità edita linea singola ed in presenza di aperture.

Inoltre l'editing delle linee di pianta non è esteso a Pilastri e travi, ma solo agli oggetti che appartengono alla parete (finestre, rinforzi, etc.). Per l'editing degli elementi asta sono disponibili degli appositi comandi (cfr. § 5.5.1.2.2).

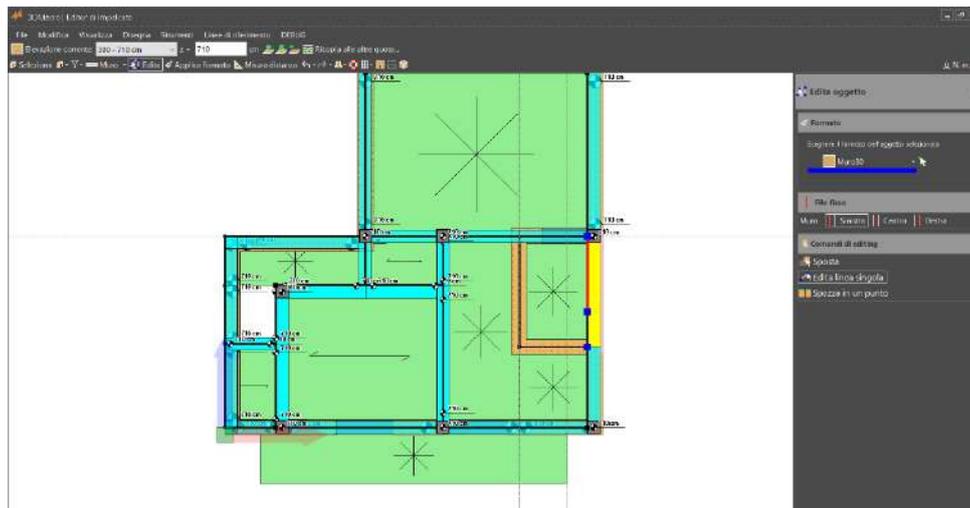


Figura 366. Editing di una linea di pianta, il comando consente di estendere o accorciare la singola linea, senza coinvolgere nell'operazione di editing gli elementi asta.



### IMPORTANTE

*E' importante precisare che, quando si vuole editare un oggetto da Editor di Impalcato, occorre prima attivare la snap "Estremità". Difatti, se questo snap non è attivo, non sarà possibile "agganciare" l'oggetto, per editarlo (ad esempio spostarlo o modificare l'elemento).*

#### 5.5.1.2.2. EDITA ASTA

Attivando la modalità di lavoro Edita, selezionando solo l'elemento asta, è possibile modificarla. Se l'asta è interagente con il pannello in muratura, per poterla editare occorre prima selezionare solo l'elemento asta, sfruttando i filtri di visualizzazione (cfr. § 5.3.3.2).

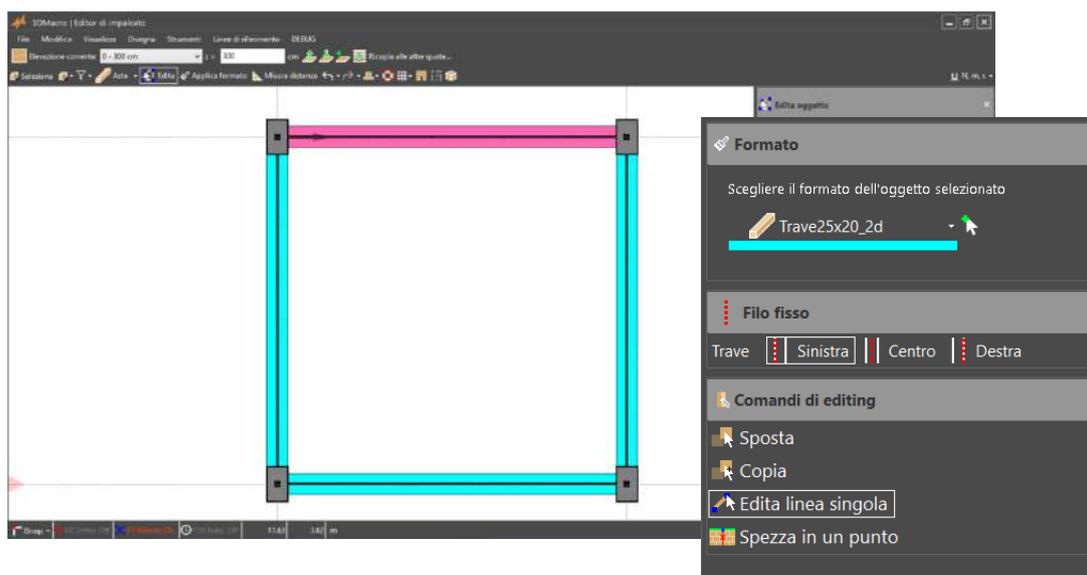
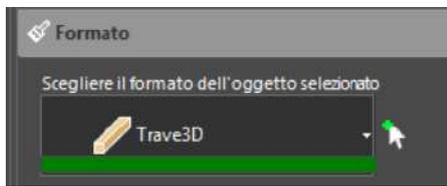
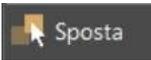


Figura 367. Modalità di editing di un'asta

Di seguito sono riportati i comandi disponibili in modalità edita per le aste, il cui utilizzo è identico a quanto visto per i muri (cfr. § 5.5.1.2.1).

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Formato:</b> cambia il formato (elemento-tipo cfr. § 4.3.5.3) dell'asta.
	<b>Filo Fisso:</b> cambia il filo fisso dell'asta.
	<b>Sposta:</b> muove l'oggetto selezionato traslandolo.
	<b>Copia:</b> copia oggetto selezionato
	<b>Edita la linea singola:</b> svincola la linea dagli altri elementi con i quali è a contatto.
	<b>Spezza in un punto</b> l'asta selezionata.

### 5.5.1.2.3. EDITA PILASTRO

In modalità edita, è possibile modificare le caratteristiche del pilastro e la sua posizione e orientamento in pianta, selezionandolo e utilizzando i comandi di seguito descritti:

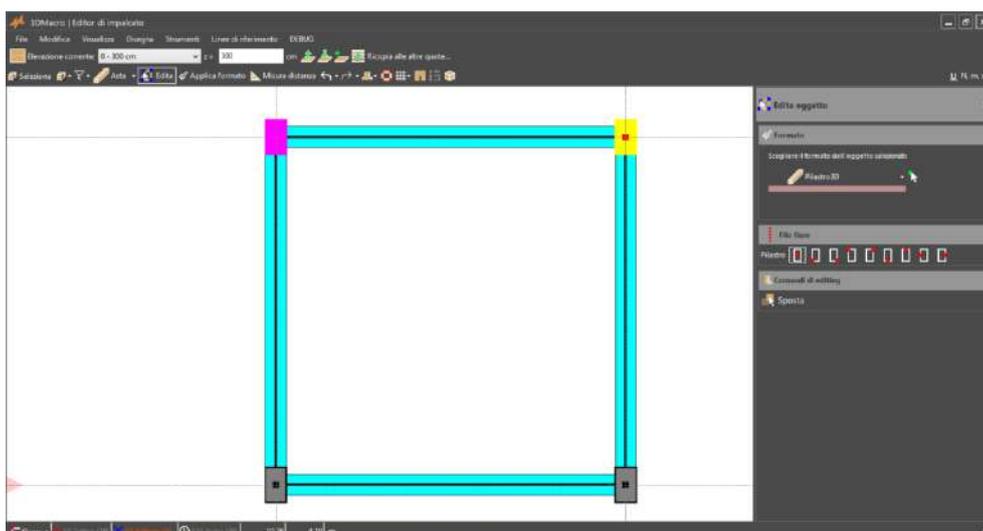


Figura 368. Modalità di editing di un pilastro

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Formato:</b> cambia il formato (elemento-tipo, cfr. § 4.3.5.1) del pilastro.
	<b>Filo Fisso:</b> cambia il filo fisso del pilastro
	<b>Sposta:</b> muove l'oggetto selezionato traslandolo.
	<b>Copia:</b> copia l'oggetto selezionato

#### 5.5.1.2.4. EDITA SOLAIO

In modalità edita, è possibile modificare le caratteristiche di un solaio, selezionandolo e utilizzando i comandi disponibili nella finestra delle proprietà, visualizzata sulla destra.

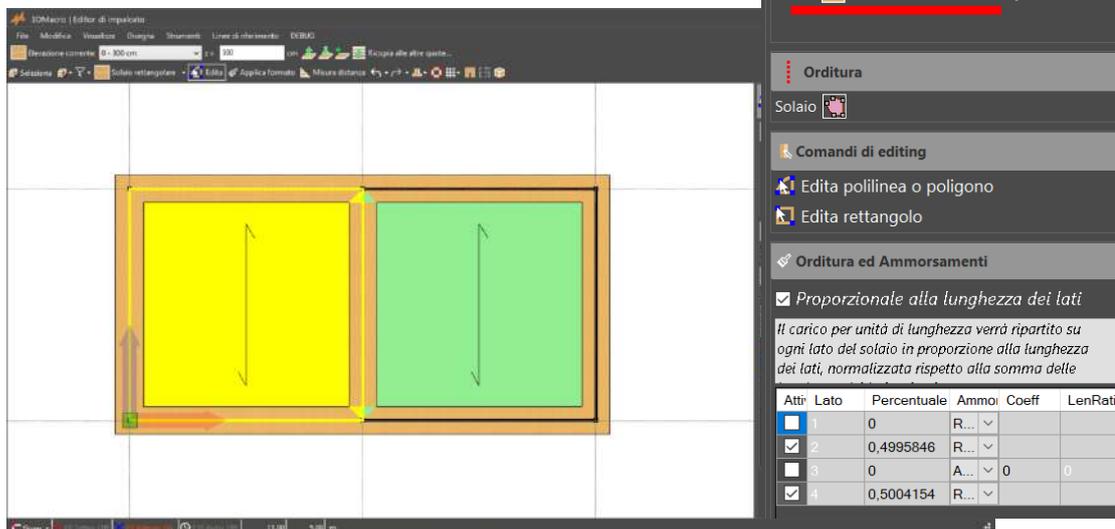
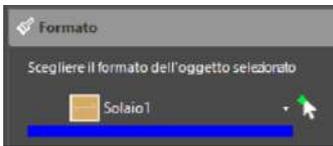


Figura 369. Modalità di editing di un solaio

I comandi disponibili nella finestra delle proprietà sono di seguito riportati:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Formato:</b> Cambia il formato (elemento-tipo, cfr. § 4.3.5.4) del solaio selezionato.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Orditura:</b> permette la modifica delle dell'orditura del solaio.</p>
	<p><b>Orditura e Ammorsamenti:</b> con questo comando, è possibile modificare, con riferimento ai solai con orditura personalizzata, l'orditura (ripartizione del carico per unità di lunghezza sui lati della maglia che compongono il solaio) e il tipo di ammorsamento del solaio alla parete.</p>
	<p><b>Edita polilinea o poligono:</b> edita la maglia modificando il poligono che la definisce.</p>
	<p><b>Edita rettangolo:</b> edita la maglia rettangolare. L'editing mantiene la forma rettangolare della maglia, senza deformarla.</p>

E' possibile editare il solaio, modificando la polilinea o il rettangolo. Portarsi in modalità edita e selezionare il solaio. Selezionare il comando "edita polilinea o poligono" oppure "edita rettangolo" agganciare il vertice della maglia e spostare lo stesso, trascinando il punto. Rilasciare il bottone del mouse dopo aver riposizionato il vertice. E' possibile usufruire di comodi snap, che consentono una migliore precisione nell'editing.

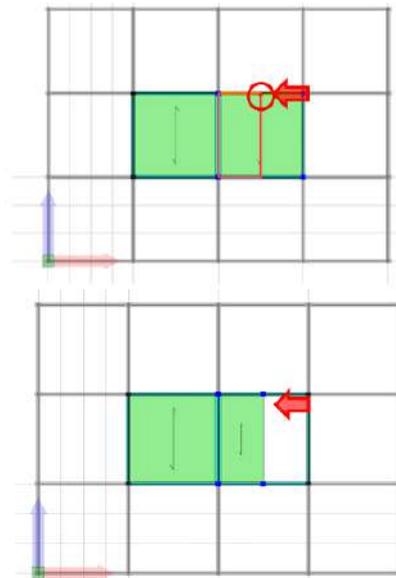
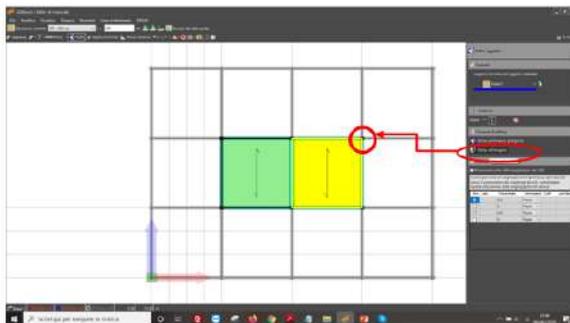


Figura 370. Editing solaio - Edita maglia rettangolare del solaio.

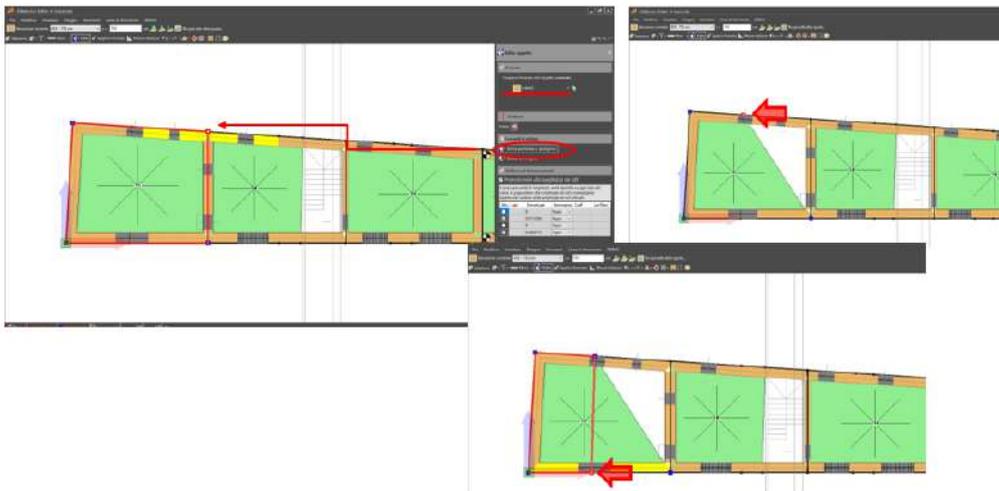


Figura 371. Editing solaio - Edita polilinea o poligono

### 5.5.2. DISEGNA OGGETTO

Dal menu a tendina Disegna, posto sulla barra dei comandi veloci, è possibile accedere in maniera rapida ad alcuni comandi ampiamente descritti ai paragrafi precedenti (cfr. § 5.2).

### 5.5.3. INCOLLA FORMATO (ASSEGNA ELEMENTO TIPO)

Quando si ricorre a questa funzione la finestra delle proprietà mostrerà una lista dei formati disponibili (ossia degli elementi tipo definiti, cfr. § 4.3.5) per la categoria di elementi selezionata dal menu in alto nella stessa finestra. Gli elementi a cui è possibile assegnare un formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.5), sono le linee di pianta (elemento tipo muratura, cfr. § 4.3.5.1, o setti in calcestruzzo armato, cfr. § 4.3.5.2), le travi o i pilastri (elemento tipo aste, cfr. § 4.3.5.3) e i solai (elemento tipo solaio, cfr. § 4.3.5.4), le fondazioni (elemento tipo fondazione, cfr. § 4.3.5.5). Cliccando su uno dei nomi dei formati disponibili è possibile accedere direttamente alla finestra per la definizione dell'elemento-tipo selezionato, modificando o eliminando gli esistenti, o aggiungendone di nuovi.

Per assegnare l'elemento-tipo desiderato agli elementi presenti nell'editor di pianta, occorre prima cliccare sul bottone "seleziona formato", e poi cliccare sugli elementi contenuti nella finestra principale che si intende modificare.

Questo comando ha acquisito, nelle più recenti versioni del software, una migliore versatilità in quanto filtra gli oggetti di cui si vuole applicare il formato. Pertanto la gestione del modello dagli ambienti di modellazione risulta più veloce e precisa.

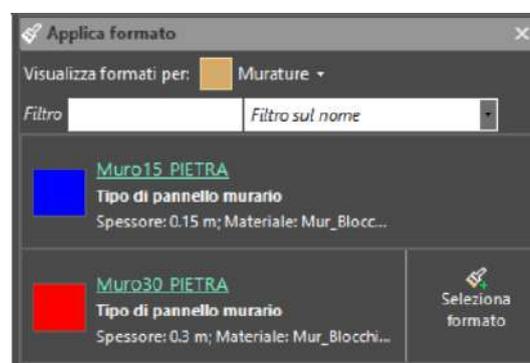


Figura 372. Gestione del formato da incollare.

#### 5.5.4. MISURA DISTANZA

Questo comando consente di misurare la distanza tra due punti, muovendosi nell'ambiente di modellazione per impalcati, e selezionando due punti in successione, come in un qualunque ambiente CAD. La distanza misurata viene visualizzata sullo schermo.

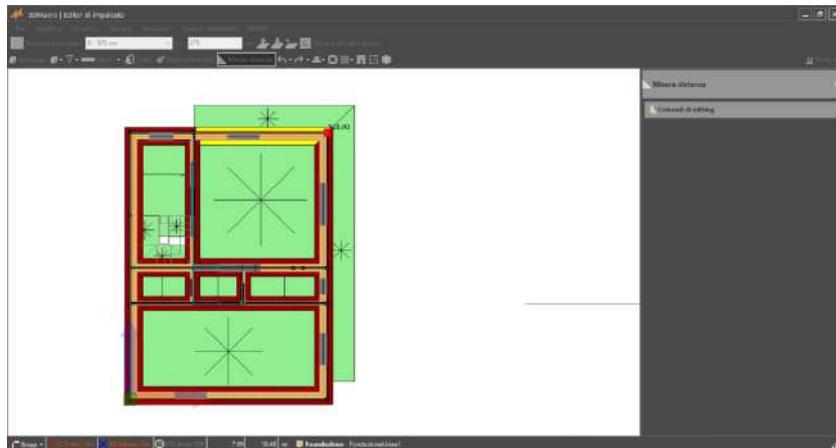


Figura 373. Misurazione delle distanze

### 5.6. FINESTRA PRINCIPALE EDITOR IMPALCATI

La finestra principale di lavoro consente di immettere la geometria in modo semplice ed immediato, e di verificare la correttezza delle opzioni selezionate. Oltre al menu principale e alla barra dei comandi rapidi, è possibile sfruttare i menu contestuali, cui si accede cliccando col tasto destro sulla finestra principale di editor impalcati.

In base alla selezione corrente verranno visualizzati una serie di comandi, suddivisi per categorie di elementi. Per ciascun elemento è disponibile una lista di comandi.

#### 5.6.1. MENU CONTESTUALE

L'accesso a questo menu consente di attivare comandi inerenti gli oggetti presenti nella selezione corrente (cfr. § 5.5.1.1). Occorre pertanto distinguere tra i possibili oggetti, presenti nella selezione: se sono presenti oggetti appartenenti a diverse categorie, sarà possibile accedere ai comandi di ciascuna di esse.

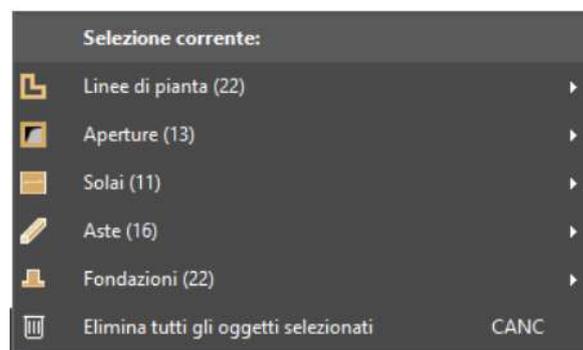


Figura 374. Menu contestuale.

Il menu presenta nella prima parte tante voci, quanti sono gli elementi selezionati, con l'indicazione del tipo di elemento e riportato tra parentesi il numero di elementi in selezione. Per le voci affiancate da una freccia è inoltre disponibile uno sotto-menu contestuale, con i comandi specifici per ciascuna tipologia, le cui funzionalità verranno spiegate nei successivi sottoparagrafi.

A prescindere dalla tipologia degli elementi selezionati nella pianta, è sempre disponibile il comando:

-  **Elimina tutti gli oggetti selezionati:** Elimina tutti gli oggetti selezionati, qualsiasi sia la categoria di appartenenza (accessibile anche col comando rapido **CANC** da tastiera).



### ATTENZIONE

*Il menu contestuale della finestra principale di editor impalcati è accessibile solo in modalità Seleziona.*

#### 5.6.1.1. MENU CONTESTUALE PUNTO

Selezionando un punto è disponibile, dal corrispondente menu contestuale, il comando:



Figura 375. Menu contestuale per un punto

-  **Crea linee guida sul punto:** aggiunge linee guida passanti per quel punto. Si può aggiungere una linea guida solo orizzontale, solo verticale, o aggiungerle entrambe;

#### 5.6.1.2. MENU CONTESTUALE LINEE GUIDA

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stato selezionato una linea guida (orizzontale o verticale) sono i seguenti:

-  **Elimina:** Elimina tutte le linee guida presenti in selezione;
-  **Offset...:** apre la finestra per impostare la copia parallela della linea guida selezionata. Tale comando è disponibile nel caso sia stata selezionata una sola linea guida.



Figura 376. Menu contestuale per le linee guida.

##### 5.6.1.2.1. OFFSET DELLA LINEA GUIDA

La finestra offset della linea guida permette all'utente di impostare i dati per la copia parallela della linea guida selezionata, detta anche "**linea di origine**". I comandi disponibili sono:

- **Distanza:** la distanza tra le linee guida, nell'unità di misura specificata;

- **Numero di copie:** il numero di copie della linea guida;
- **Mantieni originale:** questa opzione, se disattivata, cancella la linea guida selezionata per eseguire l'operazione di offset;

Nel riquadro "**Dopo aver eseguito l'offset**" è possibile scegliere una delle seguenti opzioni:

- **Chiudi questa finestra:** selezionando questa opzione chiude la finestra corrente dopo aver cliccato su uno dei seguenti bottoni.
- **Mantieni la linea di origine** corrente: questa opzione, se attiva, non permette la chiusura della finestra corrente dopo aver cliccato su uno dei seguenti bottoni, mantenendo come linea di origine quella selezionata.
- **Usa come linea di origine la linea** creata: questa opzione, se attiva, non permette la chiusura della finestra corrente dopo aver cliccato su uno dei seguenti bottoni, impostando come linea di origine quella creata per ultimo. Esempio: nel caso il numero di copie sia pari a 3, imposta come linea di origine la terza linea copiata.

Inoltre in basso sono disponibili (in base al tipo di linea selezionata, orizzontale o verticale), altri bottoni che consentono di completare l'operazione di offset:

- **A sinistra:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida a sinistra rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida verticali);
- **A destra:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida a destra rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida verticali);
- **In basso:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida in basso rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida orizzontali);
- **In alto:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida in alto rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida orizzontali);
- **Chiudi:** cliccando su questo bottone chiude la finestra senza eseguire l'operazione di offset.

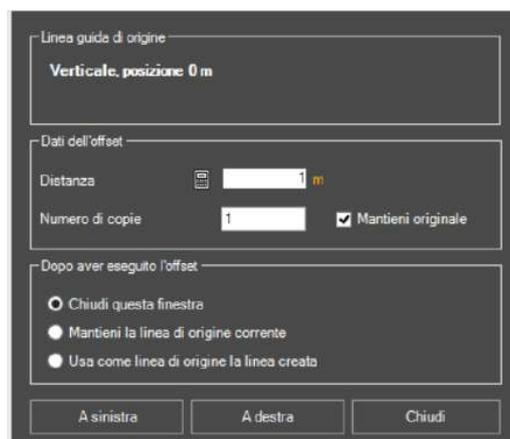


Figura 377. Finestra offset della linea guida verticali .

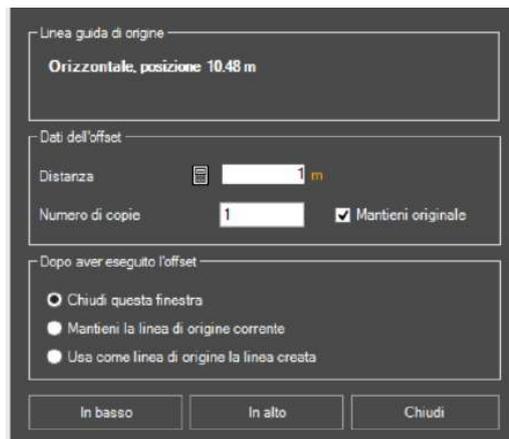


Figura 378. Finestra offset della linea guida orizzontali

### 5.6.1.3. MENU CONTESTUALE LINEE DI PIANTA

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stata selezionata una o più linee di pianta, sono i seguenti:

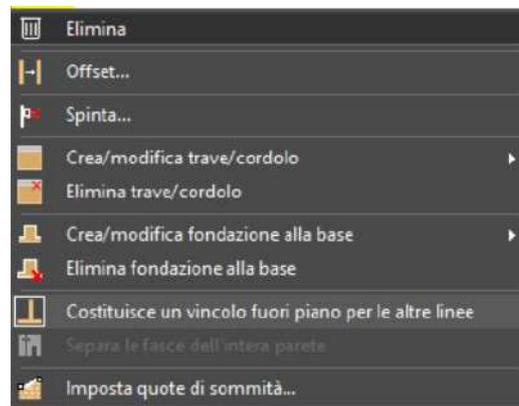


Figura 379. Menu contestuale linee di pianta.

-  **Elimina:** elimina tutte le linee di pianta presenti in selezione;
-  **Offset:** sposta o copia la linea selezionata, parallelamente a se stessa,, a una distanza prefissata. Per eseguire l'offset delle linee di pianta, seguire la stessa procedura descritta al paragrafo precedente, relativo alle linee guida (cfr. § 5.6.1.2.1).
-  **Spinta:** consente di applicare all'elemento selezionato i carichi laterali, rappresentativi di spinte dovute al vento, spinte delle terre o qualunque altro carico di area, tra quelli definiti dall'utente (cfr. §4.3.8.2). Per i dettagli sulle opzioni disponibili si rimanda al (§ 5.6.1.3.1)
-  **Crea/modifica trave/cordolo:** crea un cordolo di piano o una trave alla quota corrente;
-  **Elimina trave/cordolo:** elimina la trave o il cordolo di piano alla quota corrente;
-  **Crea/modifica fondazione alla base:** inserisce la fondazione alla base dell'elemento selezionato;

- 
 □ **Elimina fondazione alla base:** elimina il vincolo alla base della linea di pianta selezionata;
- 
 □ **Costituisce un vincolo fuori piano per le altre linee:** questo comando (sempre abilitato di default) crea un vincolo in una direzione fuori piano (positiva o negativa), impedendo il ribaltamento della parete selezionata, nella direzione in cui è presente una parete, che possa fungere da vincolo. Disabilitando il comando, viene attivato il cinematicismo in entrambe le direzioni, sia quella in cui è presente una parete incidente (che in tal caso non fungerà più da vincolo), sia in quella opposta, in cui già si attivava il cinematicismo.
- 
 □ **Separa fasce:** se abilitato, separa le fasce che costituiscono la parete selezionata, per l'analisi del comportamento fuori piano. Se le fasce della parete sono separate (comando attivo), ogni linea di pianta viene verificata rispetto ai cinematicismi fuori piano (cfr 11.2), in maniera autonoma. Se invece le fasce sono unificate (comando disattivato), l'intera parete sarà caratterizzata dal medesimo cinematicismo.
- 
 □ **Imposta quote di sommità:** apre la finestra per modificare le quote di sommità della linea di pianta. Contemporaneamente nella pianta vengono visualizzate le quote di sommità correnti delle pareti).

Le aste di sommità interessate dai cambi di quota verranno modificate in automatico. I solai invece continueranno a mantenere la quota iniziale. Bisognerà modificarla successivamente.



### IMPORTANTE

*I solai devono essere definiti all'interno di maglie (rettangolari o poligonali) le cui quote di sommità individuano un piano, eventualmente inclinato. In caso contrario il solaio verrà riportato in rosso nella vista tridimensionale del modello computazionale e il carico ad esso assegnato non verrà scaricato sulle pareti. Tale circostanza, che si può presentare ad esempio nel caso in cui venga modificata la quota di sommità delle linee di pianta su un solaio insiste, verrà segnalata tramite avvisi di errore all'entrata e all'uscita dell' Editor di Pianta.*

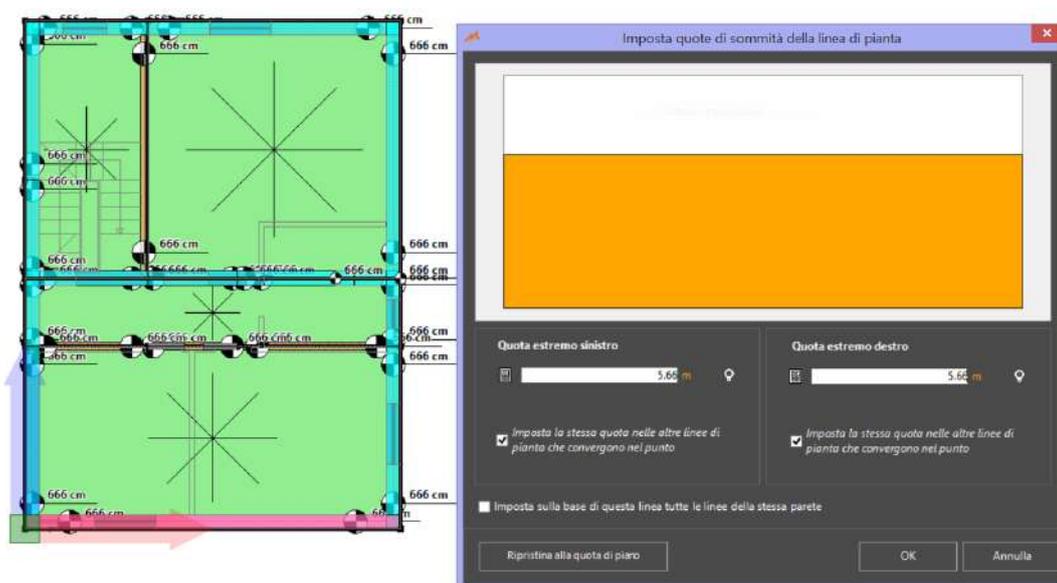


Figura 380. Finestra per la modifica delle quote di sommità di una parete e visualizzazione in pianta delle quote correnti.

### 5.6.1.3.1. SPINTA TERRENO E VENTO (CARICHI LATERALI)

Il comando, disponibile dal menu contestuale Linee di Pianta > Spinta/Vento, consente di applicare alla superficie del muro (linea di pianta) dei carichi laterali dovuti al vento (cfr. § 4.3.8.4), quelli dovuti alla spinta delle terre (cfr. § 4.3.8.5).

Dalla finestra di assegnazione carichi laterali, selezionare la tipologia di carico dall'elenco a sinistra.

Per applicare il Carico da Vento, selezionare la corrispondente voce. E' possibile applicare il carico all'intera parete a cui appartiene la linea di pianta, selezionando la voce "Applica le modifiche all'intera parete".

Definire le caratteristiche della Parete (sopravento o sottovento), in funzione delle quali viene calcolato il coefficiente di pressione  $C_p$ .

Ricordiamo che il carico da vento che qui viene applicato è quello definito dalla finestra Definisci > Carichi > Carico da vento.

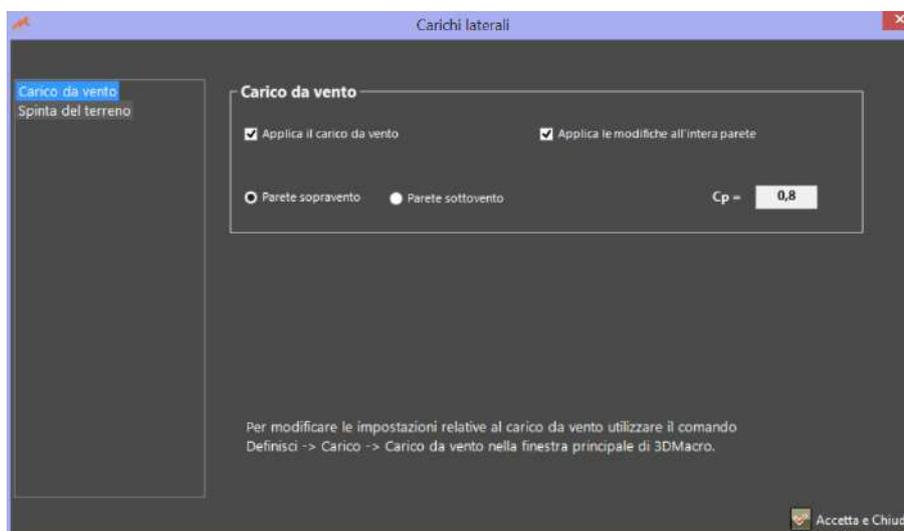


Figura 381 Finestra per la gestione dei carichi di area laterali sul pannello – Carico da vento

Per quanto riguarda la spinta del terreno, occorre assegnare il Formato del carico (tra quelli definiti in fase di definizione carichi > spinte delle terre).

L'utente definisce il carico stabilizzante o non stabilizzante nei confronti del meccanismo di ribaltamento fuori piano della parete.

Se si seleziona l'opzione Carico stabilizzante la spinta del terreno sarà definita con verso tale da contrastare il meccanismo di ribaltamento fuori piano della parete. Occorre precisare che, nell'ottica delle verifiche dei cinematici fuori piano in 3DMacro, una parete può ribaltare fuori piano solo se non esistono altre pareti poste trasversalmente che inibiscono il meccanismo.

Pertanto selezionando la opzione Carico Stabilizzante il verso del triangolo di spinta del terreno è diretto dall'esterno della parete verso l'interno. Diversamente la spinta tenderà a far ribaltare il muro verso l'esterno.



Figura 382 Finestra per la gestione dei carichi di area laterali sul pannello – Spinta del terreno

#### 5.6.1.4. MENU CONTESTUALE ASTA

I comandi disponibili nel menu contestuale, quando è stata selezionata un'apertura, sono i seguenti:

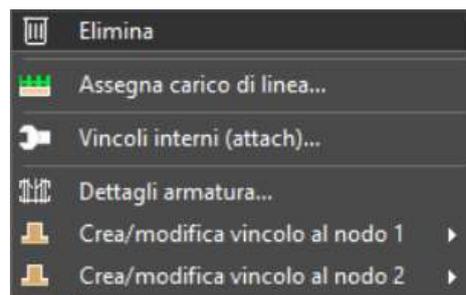


Figura 383. Menu contestuale Asta

-  **Elimina:** Elimina tutte le aperture presenti in selezione;
-  **Assegna carico di linea:** consente di assegnare un carico di linea all'asta selezionata;
-  **Vincoli interni (attach):** imposta i vincoli interni (attach) alle estremità dell'asta selezionata;
-  **Dettagli Armatura:** Consente di modificare distribuzione di armature longitudinali (inferiori, superiori, di parete) e passo/diametro staffe. La finestra è ampiamente descritta nel paragrafo di seguito riportato;
-  **Crea/modifica vincolo al nodo:** assegna un vincolo al nodo scelto, tra quelli definiti come elemento tipo fondazione, vincolo di punto.

## 5.6.1.4.1. VINCOLI E SVINCOLI ESTERNI DELLA TRAVE (ATTACH)

La finestra “vincoli interni della trave” (attach) permette all’utente di impostare i vincoli interni tra gli elementi “asta”. Essa è composta da due schede: “Vincoli” e “Svincoli”. Inoltre la scheda Vincoli dispone di una visualizzazione “semplice”, per assegnare automaticamente il vincolo interno, e di una “avanzata” per impostare manualmente il tipo di vincolo interno.

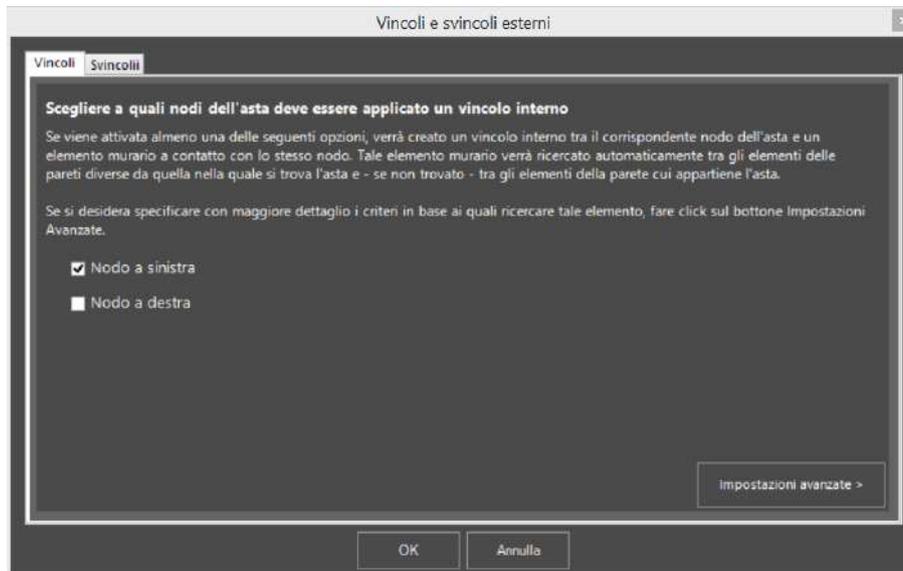


Figura 384. Finestra definisci vincoli interni. Scheda “Vincoli” in modalità semplice.

I comandi disponibili nella scheda Vincoli, in modalità semplice sono:

- Nodo a sinistra:** Consente di collegare i gradi di libertà del nodo sinistro dell’asta a quelli dei pannelli murari contermini.
- Nodo a destra:** Consente di collegare i gradi di libertà del nodo destro dell’asta a quelli dei pannelli murari contermini.

I comandi disponibili nella scheda in impostazioni avanzate, riportati nei riquadri nodo a sinistra e nodo a destra, sono:

- Nessun vincolo interno:** Elimina tutti i vincoli interni per l’asta selezionata
- Cerca vincolo con gli elementi della stessa parete:** Consente di collegare i gradi di libertà dell’asta a quelli dei pannelli murari che appartengono alla stessa parete.
- Cerca vincolo con gli elementi delle altre pareti:** Consente di collegare i gradi di libertà dell’asta a quelli dei pannelli murari che appartengono alle altre pareti.
- Cerca vincolo prima con gli elementi delle altre pareti e, se non trovato, con quelli della stessa parete:** Consente di collegare i gradi di libertà dell’asta a quelli dei pannelli murari che appartengono alle altre pareti, ed eventualmente, se non trovati, a quelli della stessa parete.

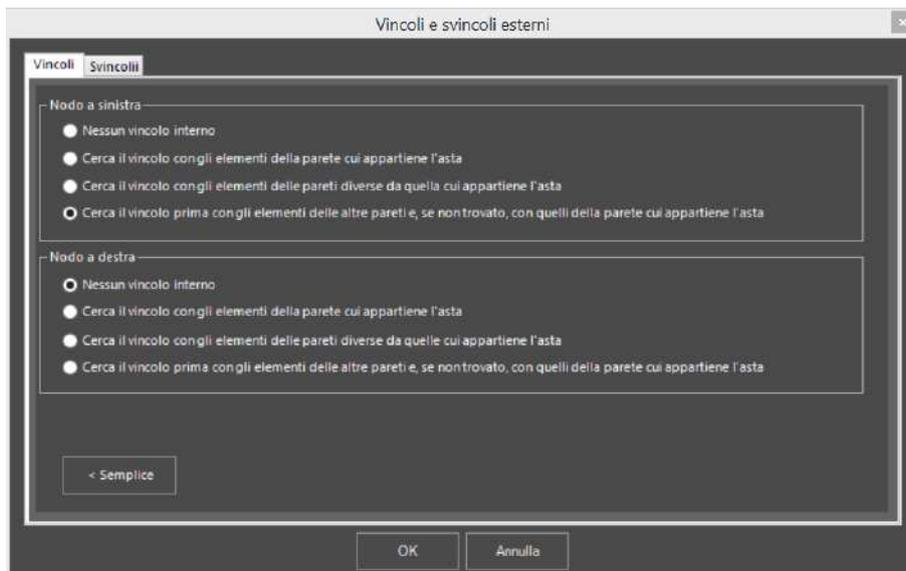


Figura 385. Finestra definisci vincoli interni. Scheda "Vincoli" in impostazioni avanzate.

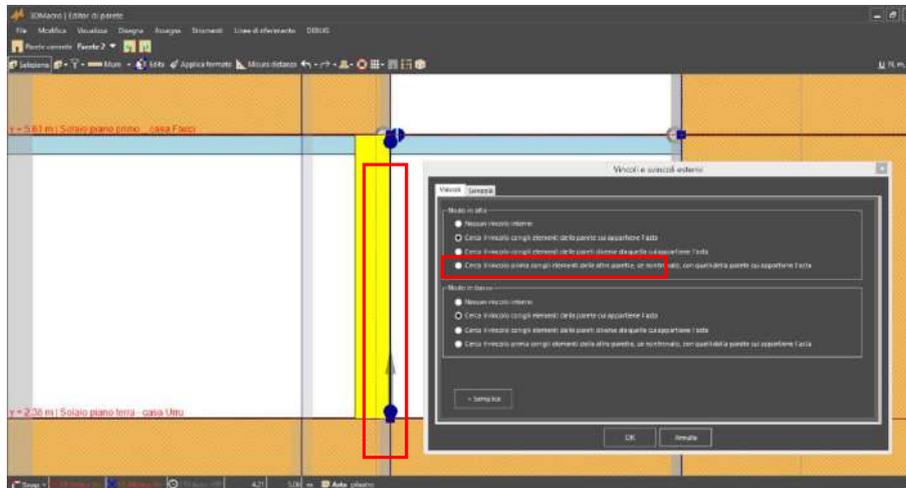


Figura 386. Rappresentazione degli Attach nel caso in cui il vincolo venga cercato con gli elementi della parete a cui appartiene l'asta.

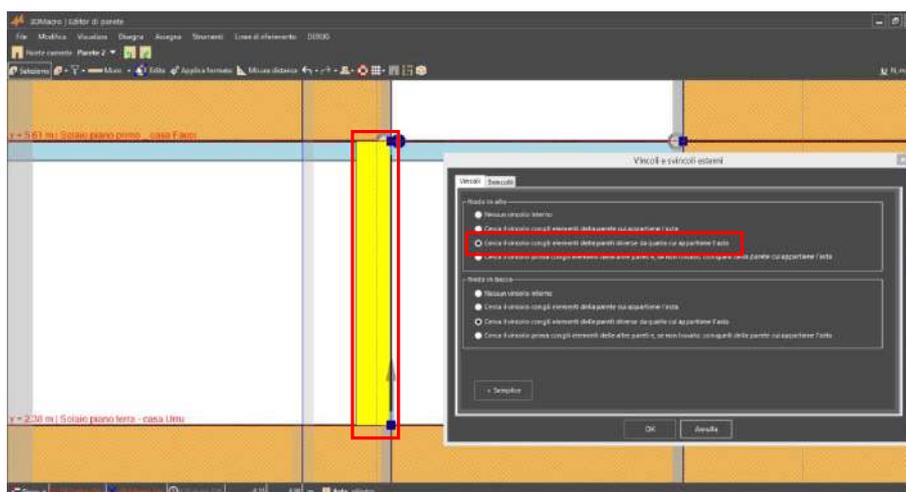


Figura 387. Rappresentazione degli Attach nel caso in cui il vincolo venga cercato con gli elementi delle pareti diverse da quelle a cui appartiene l'asta.

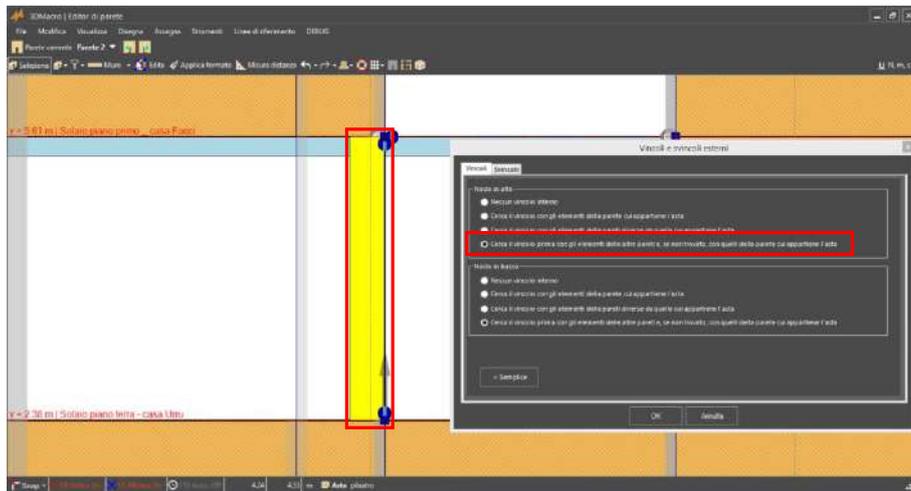


Figura 388. Rappresentazione degli Attach nel caso in cui il vincolo venga cercato prima con gli elementi delle altre pareti e, se non trovato, con quelli cui appartiene l'asta.

La scheda Svincoli consente di personalizzare i vincoli di estremità delle aste, rilasciando uno o più gradi di libertà.

- **Nodo a sinistra:** Consente di rendere indipendenti i gradi di libertà del nodo sinistro dell'asta rispetto a quelli delle aste che convergono nello stesso nodo.
- **Nodo a destra:** Consente di rendere indipendenti i gradi di libertà del nodo destro dell'asta rispetto a quelli delle aste che convergono nello stesso nodo.

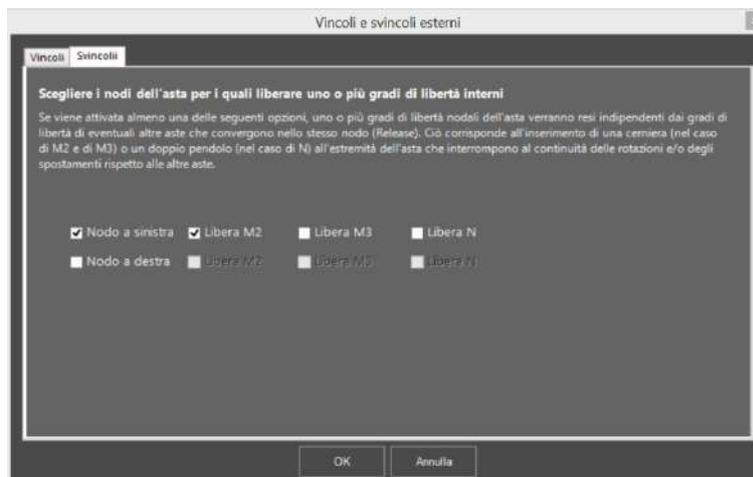


Figura 389. Finestra definisci vincoli interni. Scheda impostazioni avanzate.

Per ciascun nodo è possibile selezionare le seguenti opzioni:

- **Libera M2 e M3:** rilascia i gradi di libertà rotazionali, intorno agli assi 2 e 3 locali dell'asta. Ciò equivale all'inserimento di una cerniera, interrompendo la continuità delle rotazioni in corrispondenza del nodo di estremità dell'asta, rispetto alle altre aste.
- **Libera N:** rilascia i gradi di libertà traslazionali. Ciò equivale all'inserimento di un doppio pendolo, interrompendo la continuità degli spostamenti in corrispondenza del nodo di estremità dell'asta, rispetto alle altre aste.

## 5.6.1.4.2. DETTAGLI ARMATURA

La finestra Dettaglio armatura consente di personalizzare le armature longitudinali e trasversali dell'asta in c.a. selezionata.

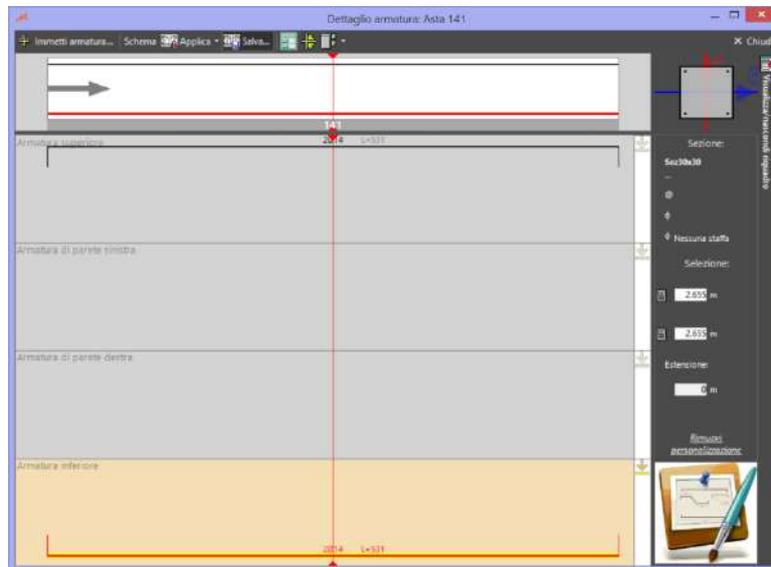


Figura 390. Finestra personalizza armature aste.

La "barra dei comandi" contiene i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Immetti armatura:</b> consente di personalizzare le armature trasversali o longitudinali. Prima di procedere alla modifica delle armature longitudinali è necessario sbloccare il modello dall'ambiente principale del programma (se esso risulta bloccato) (Si veda "barra dei comandi rapidi", cfr. § 2.2). Per modificare le sole armature a taglio, dopo aver avviato la verifica a taglio per le aste, è sufficiente utilizzare l'apposito comando "Sblocca Staffe".
	<b>Salva:</b> salva lo schema armature con le modifiche apportate alle armature.
	<b>Schema:</b> consente di richiamare lo schema armature precedentemente salvato e applicarlo.
	<b>Proprietà:</b> consente di visualizzare le proprietà della sezione selezionata.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Domini:</b> apre la finestra dei Domini PMM della sezione selezionata (Dominio Momento Sforzo Normale e Diagramma Momento-curvatura ). (Cfr. § 4.3.3.1.6).
	<b>Apri e disponi tutte le finestre:</b> consente di aprire e disporre a video tutte le finestre relative a Dettagli armature, Proprietà e Domini PMM dell'asta.

Per modificare le armature, sbloccare le armature, cliccando sul comando "Personalizza armature", selezionare un tratto di asta e immettere l'armatura trasversale (Staffe) o longitudinale (inferiore, superiore o di parete).

Per le staffe viene richiesto il diametro del tondino e il passo per il tratto selezionato, oltre il numero di bracci (orizzontali e verticali). Per le armature longitudinali viene richiesto il numero e diametro del tondino (ad es. 2f14+2f20).

Nella sezione sulla destra della finestra, oltre il comando che consente di personalizzare o reimpostare le armature, vengono riportate le informazioni sulla selezione dell'asta corrente e sulla sezione e sull'armatura.

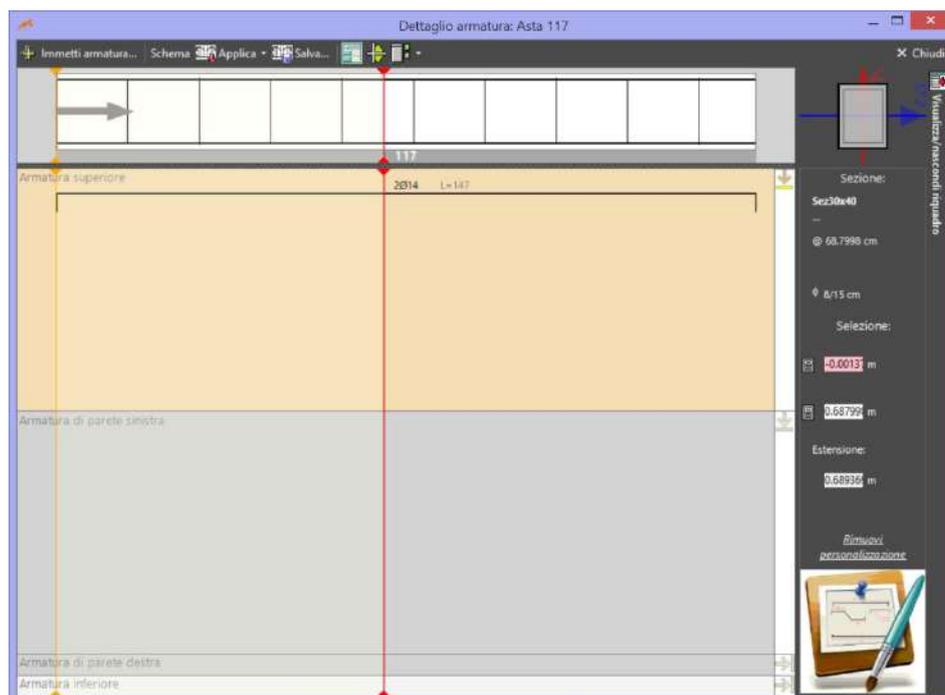


Figura 391. Selezione zona in cui modificare armature.



Figura 392. Immissione armature: Staffe.



Figura 393. Immissione armatura longitudinale (inferiore, superiore o di parete).

### 5.6.1.5. MENU CONTESTUALE ELEMENTI SOLAIO

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stato selezionato un solaio sono i seguenti:

-  **Elimina:** Elimina tutti i solai presenti in selezione;
-  **Assegna carico di area:** Assegna un carico di area ai solai selezionati;
-  **Modifica orditura:** Modifica l'orditura dei solai in selezione (cfr. § 5.5.1.2.4);
-  **Imposta/modifica solaio inclinato:** Apre la finestra per modificare le quote del solaio per realizzare una copertura inclinata;

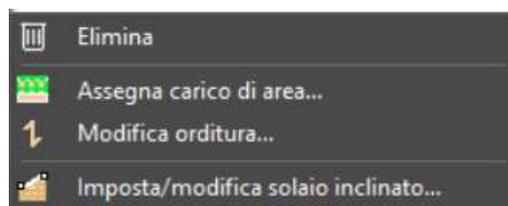


Figura 394. Menu contestuale per i solai.

#### 5.6.1.5.1. MODIFICA ORDITURA

Il comando modifica orditura consente di editare l'orditura del solaio, come già descritto al corrispondente paragrafo § 5.5.1.2.4;

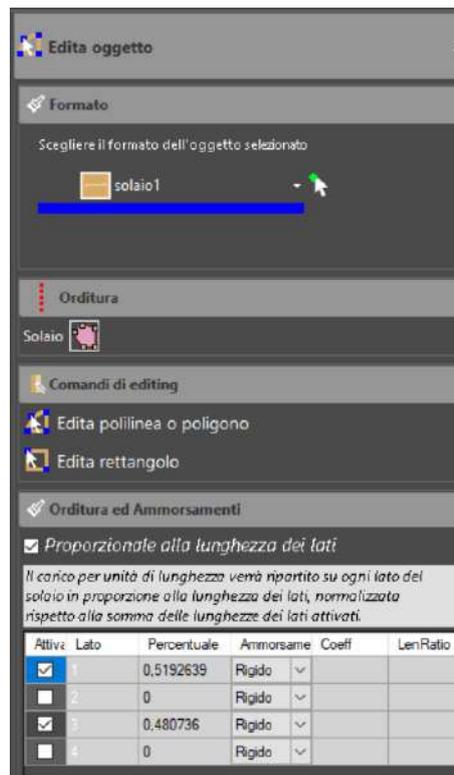


Figura 395. Modalità Edita – Pannello Edit Object per la modifica dell'Orditura e degli ammortamenti solai.

#### 5.6.1.5.2. IMPOSTA/MODIFICA SOLAIO INCLINATO

Il comando Imposta/modifica solaio inclinato disponibile dal menù contestuale solai se il solaio in selezione è uno solo, apre una finestra che consente di inclinare il piano del solaio.

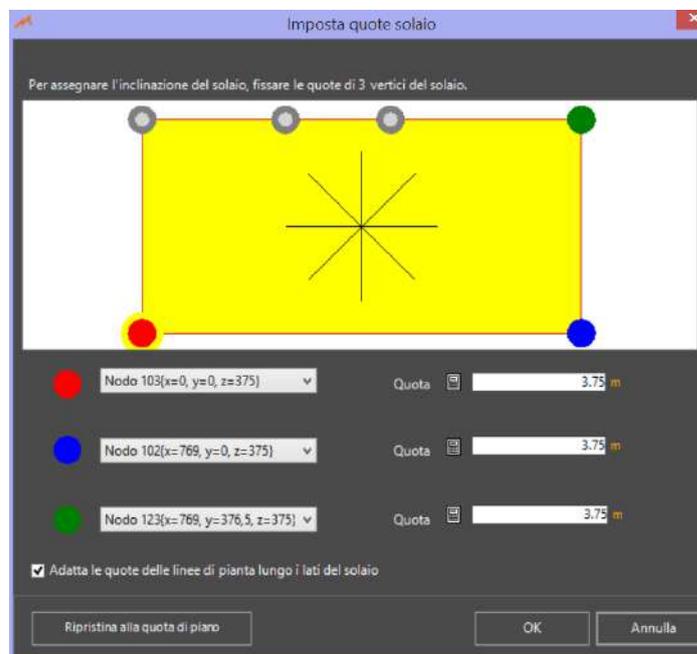


Figura 396. Pannello di imposta quote solaio

Vengono automaticamente individuati tre punti della maglia del solaio, che viene inclinato impostando la quota dei tre vertici della maglia. Ciascun vertice selezionato viene identificato con un colore diverso. L'utente dovrà indicare la quota del relativo nodo.

Selezionando l'opzione "Adatta le quote delle linee di pianta ai lati del solaio" si può automaticamente modificare le quote delle linee di pianta poste lungo il perimetro della maglia del solaio, alla stessa quota dello stesso.



### IMPORTANTE

*Le quote di sommità delle pareti sulle quali è definito il solaio vengono aggiornate in automatico, per la creazione dei timpani. Anche eventuali cordoli vengono riportati alla nuova quota del piano del solaio.*

#### 5.6.1.6. MENU CONTESTUALE PILASTRO

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stato selezionato un solaio sono i seguenti:

-  **Elimina:** Elimina tutti i solai presenti in selezione;
-  **Orientamento:** Consente di personalizzare l'orientamento dei pilastri in selezione modificando l'inclinazione degli assi del sistema di riferimento locale, rispetto a quello globale, o indicando l'orientamento del pilastro, rispetto alla direzione del muro;
- **Vincoli interni (attach):** Assegna vincoli interni al pilastro selezionato ;
-  **Crea/modifica fondazione alla base:** crea o modifica il vincolo alla base, selezionandolo tra gli elementi tipo definiti dall'utente (cfr. § 4.3.5.2).
-  **Elimina fondazione alla base:** elimina il vincolo alla base, selezionandolo tra gli elementi tipo definiti dall'utente.
-  **Dettagli Armatura:** Consente di modificare distribuzione di armature longitudinali (inferiori, superiori, di parete) e passo/diametro staffe. La finestra è ampiamente descritta nel paragrafo di seguito riportato;

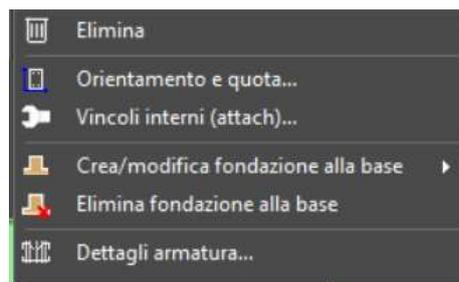


Figura 397. Menu contestuale Pilastro.

#### 5.6.1.6.1. ORIENTAMENTO E QUOTA DELL'ASTA

La finestra consente di modificare l'orientamento del pilastro e la quota della testa pilastro.

E' possibile modificare l'orientamento del pilastro agendo sull'orientamento degli assi principali dello stesso (asse 2, e asse 3), che è possibile far coincidere con l'asse x del sistema di riferimento globale. E' anche possibile inclinare l'asse 2 del sistema di riferimento locale della sezione del pilastro, rispetto all'asse x del sistema di riferimento globale, impostando l'angolo. E' altresì possibile orientare l'asse del pilastro rispetto all'orientamento del muro a cui appartiene il pilastro (se esso è interagente con un muro).

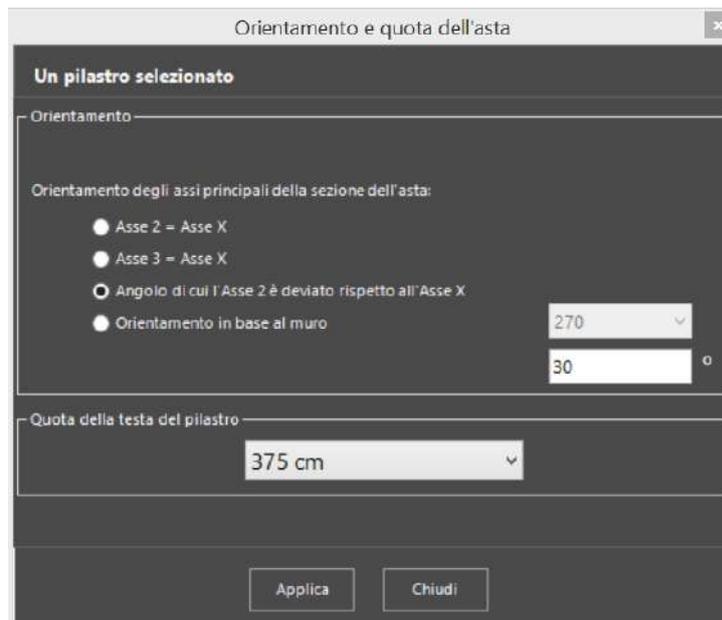


Figura 398. Modifica orientamento pilastro.

### 5.6.1.7. MENU CONTESTUALE APERTURE

I comandi disponibili nel menu contestuale, quando è stata selezionata un'apertura, sono i seguenti:

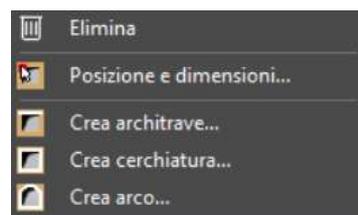


Figura 399. Menu contestuale Aperture.

-  **Elimina:** Elimina tutte le aperture presenti in selezione;
-  **Posizione e dimensioni:** apre la finestra che consente di modificare la posizione e le dimensioni dell'apertura all'interno della parete;
-  **Crea architrave:** Inserisce un architrave come elemento asta, in testa alle aperture selezionate (cfr. § 5.6.1.7.2)
-  **Crea una cerchiatura:** Inserisce un architrave come elemento asta, in testa alle aperture selezionate (cfr. § 5.6.1.7.3);
-  **Crea un arco:** Inserisce sommitalmente un arco. (cfr. § 5.6.1.7.4)

### 5.6.1.7.1. IMPOSTA POSIZIONE E DIMENSIONI APERTURA

E' possibile modificare la posizione e le dimensioni dell'apertura, mediante i seguenti parametri:

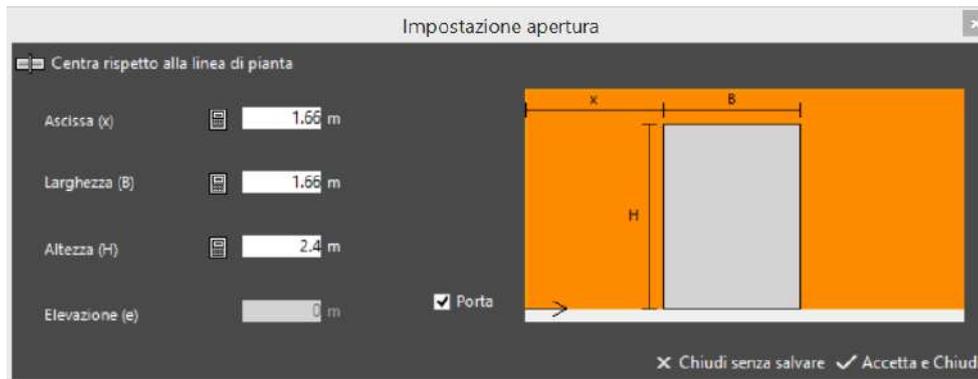


Figura 400. Impostazione aperture

- **Ascissa (X):** distanza tra il lato dell'apertura e l'origine della linea di pianta;
- **Larghezza (B):** ampiezza del vano finestra o porta;
- **Altezza (H):** altezza del vano finestra o porta;
- **Elevazione (e):** attivo solo se l'apertura è una finestra, esprime la distanza dalla base della parete, al bordo inferiore dell'apertura;
- **Porta:** attivare questa opzione, se l'apertura è una porta (il campo che consente di definire l'elevazione sarà inibito).

### 5.6.1.7.2. CREA ARCHITRAVE

Per inserire un architrave in una apertura attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Successivamente cliccando con il tasto destro del mouse sull'apertura, si avrà modo di accedere al menù contestuale delle aperture e selezionare la voce Crea architrave (cfr. § 5.6.1.7)

Alla selezione viene visualizzata la finestra di gestione ed introduzione delle architravi.

La finestra può essere divisa in tre parti:

- **Fascia superiore:** in questa viene visualizzato un messaggio che informa l'utente sulla presenza o meno di elementi asta all'interno dell'apertura.
- **Fascia centrale:** permette la gestione dei parametri geometrici che definiscono l'architrave. E' possibile assegnare lunghezze di ancoraggio dell'architrave (a destra e a sinistra) uguali o differenti, assegnandone il valore.
- **Fascia bassa:** permette di selezionare il formato dell'architrave. Il formato viene selezionato tra i formati asta disponibili.

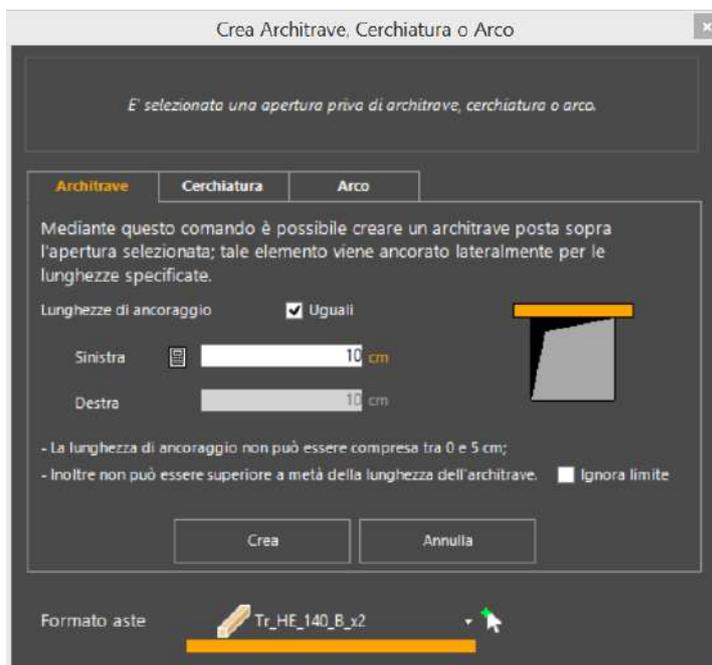


Figura 401 Finestra introduzione architravi



### IMPORTANTE

*La modellazione non lineare degli architravi può spesso risultare decisiva per migliorare il comportamento non lineare dell'edificio.*

*Gli architravi consentono infatti di inibire meccanismi di collasso locali. Sono elementi non spingenti, e portanti per gli elementi superiori che li sovrastano.*

#### 5.6.1.7.3. CREA CERCHIATURA

Per inserire una cerchiatura in una apertura attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. §5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Successivamente cliccando con il tasto destro del mouse sull'apertura, si avrà modo di accedere al menù contestuale delle aperture e selezionare la voce Crea cerchiatura (cfr. § 5.6.1.7)

Alla selezione viene visualizzata la finestra di gestione ed introduzione cerchiatura.

La finestra può essere divisa in tre parti:

- **Fascia superiore:** in questa viene visualizzato un messaggio che informa l'utente sulla presenza o meno di elementi asta all'interno dell'apertura.
- **Fascia centrale:** permette la gestione dei parametri geometrici che definiscono l'architrave con conseguente effetto sullo schema di calcolo ad essa assegnabile. Selezionare il tipo di cerchiatura (per vano porta o per vano finestra). La cerchiatura viene creata lungo il perimetro della apertura selezionata (porta o finestra).
- **Fascia bassa:** permette di selezionare il formato dell'architrave. Sono disponibili i formati asta precedentemente definiti.

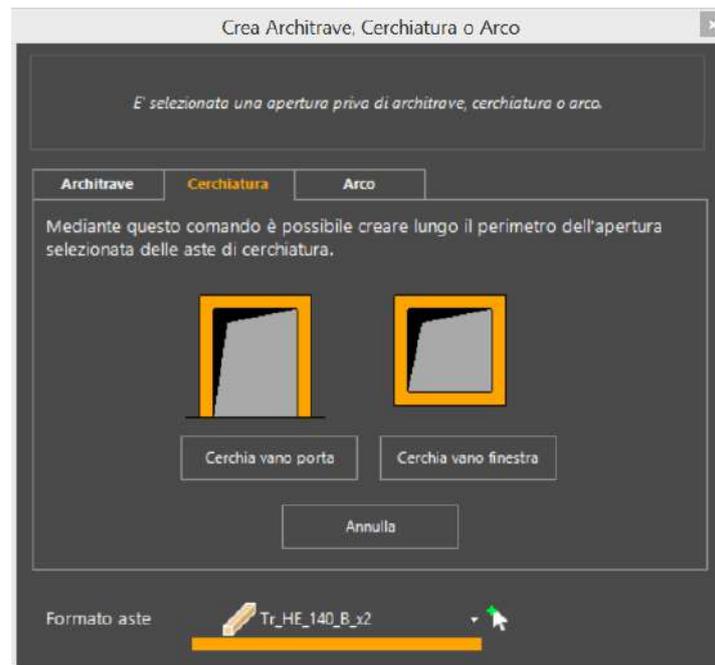


Figura 402 Finestra introduzione cerchiature



*Le cerchiature delle aperture sono interventi di miglioramento strutturale diffusi ed efficaci. L'interazione con i pannelli murari circostanti viene efficacemente simulata dal modello di calcolo implementato nel software (cfr. manuale teorico)*

#### 5.6.1.7.4. CREA ARCO

Per inserire un arco in una apertura attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. §5.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Successivamente cliccando con il tasto destro del mouse sull'apertura, si avrà modo di accedere al menù contestuale delle aperture e selezionare la voce Crea arco (cfr. § 5.6.1.7)

Alla selezione viene visualizzata la finestra di gestione ed introduzione di un arco.

La finestra può essere divisa in due parti:

- **Fascia superiore:** in questa viene visualizzato un messaggio che informa l'utente sulla presenza o meno di elementi arco all'interno dell'apertura.
- **Fascia centrale:** permette la gestione dei parametri geometrici che definiscono l'architrave con conseguente effetto sullo schema di calcolo ad essa assegnabile. Assegnare lo spessore dell'arco e selezionare una delle due opzioni che consentono di impostare l'arco sulla apertura esistente, oppure al limite superiore della regione che si trova sulla apertura esistente. In questo ultimo caso, l'arco verrà impostato a filo con la regione sopra la apertura e l'apertura stessa verrà modificata di conseguenza.

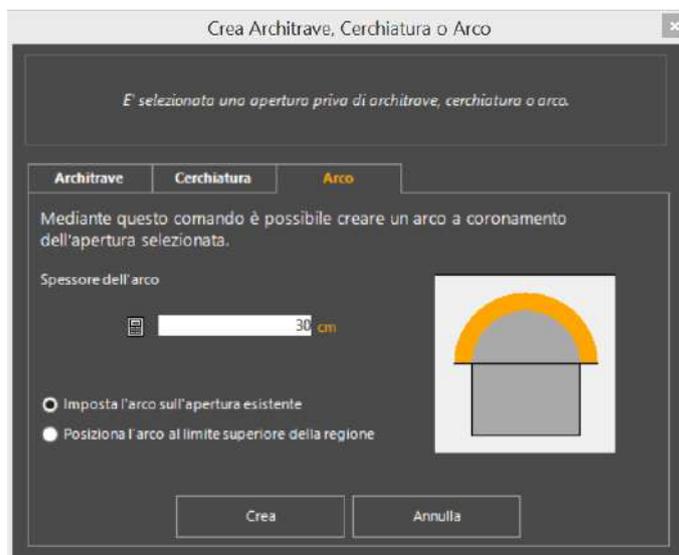


Figura 403 Finestra introduzione arco

Per modificare ed editare l'arco (modificare materiale, spessore o cambiarne la geometria – ribassare o allungare l'arco), occorre passare in modalità Edita, e seguire le procedure, indicate al paragrafo corrispondente (cfr. § 5.5.1.2).

#### 5.6.1.8. MENU CONTESTUALE AMMORSAMENTO D'ANGOLO

La finestra consente di personalizzare la qualità e il grado dell'ammorsamento, ovvero il livello di mutua connessione tra due o più pareti (o aste) convergenti su un nodo (agendo nella scheda delle "Impostazioni di base" dell'intersezione). E' possibile anche specificare quali pareti (o aste) confluenti nel nodo non risultano ammorsate al nodo, escludendole dalla lista, dall'apposita scheda "Avanzate".

Per accedere alle funzioni disponibili in modalità avanzata, è necessario cliccare sul bottone "Avanzate" disponibile dalla scheda "Impostazioni di base", ovvero portarsi nella scheda "Avanzate" e cliccare sull'apposito link "Specifica l'ammorsamento per ogni linea di pianta che afferisce al nodo".

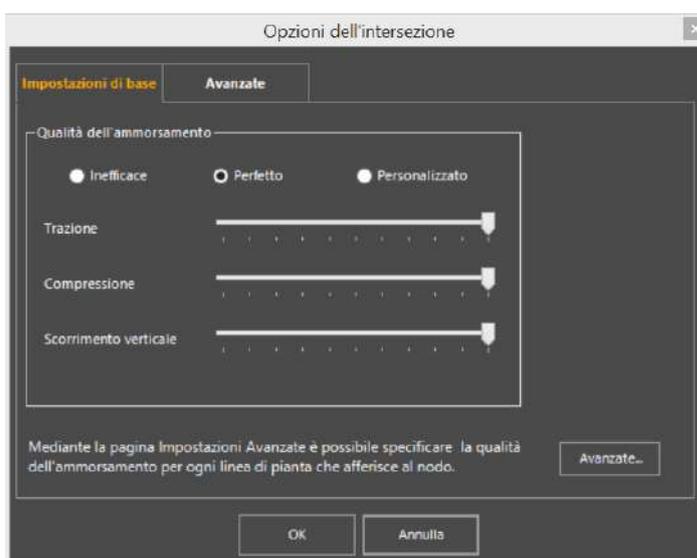


Figura 404. Opzioni dell'intersezione: Impostazioni di base.

Relativamente alla “Qualità dell’ammorsamento”, è possibile scegliere tra tre opzioni:

- **Inefficace:** rende inefficace l’ammorsamento tra le pareti (o aste) confluenti nel nodo;
- **Perfetto:** crea un ammorsamento perfetto tra le pareti che confluiscono in quel nodo;
- **Personalizzato:** consente di personalizzare il grado (o percentuale) di ammorsamento delle pareti confluenti nel nodo, muovendosi con il cursore lungo la scala graduata.

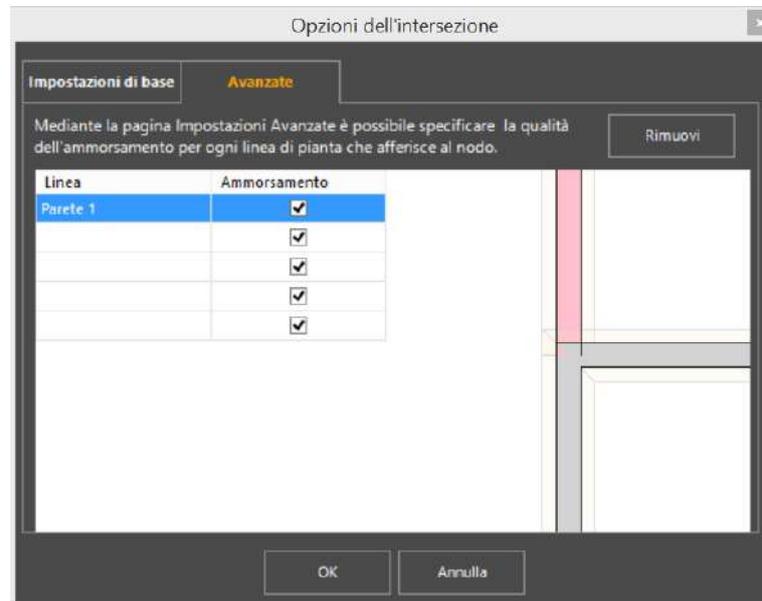


Figura 405. Opzioni dell’intersezione: Impostazioni avanzate. .



### ATTENZIONE

*Per poter creare e personalizzare il mutuo ammorsamento tra le pareti (o aste) confluenti in un nodo, è necessario impostare la modalità “Avanzata” nelle Preferenze delle Opzioni del modello, disponibili dal menu Modello nell’area principale del programma (cfr § 4.2.4.2).*

## 5.7. FINESTRA DELLE PROPRIETÀ O EDITA OGGETTO

La finestra delle proprietà, che compare sulla destra, consente di gestire sia le assegnazioni che le proprietà geometriche degli elementi dell'editor di pianta. Essa contiene opzioni differenti, e assume aspetti leggermente diversi, a seconda della modalità corrente e dei comandi selezionati.

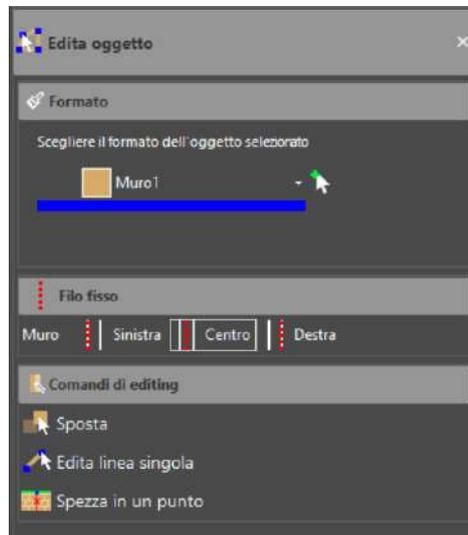


Figura 406. Finestra delle proprietà (edita oggetto)

In generale la parte superiore della finestra contiene le assegnazioni possibili (formato o elemento-tipo, fili fissi), mentre la parte inferiore è quella destinata alla visualizzazione e modifica delle proprietà geometriche.

In fase di immissione degli elementi, quando si selezionano i comandi del menu disegna (cfr. § 5.3.4), ovvero quelli del menu a tendina "Crea..." (presente nella barra dei comandi rapidi, cfr. § 5.5), sono visualizzate le proprietà specifiche dell'elemento che si sta inserendo.

Quando si seleziona il comando "Incolla formato", saranno visualizzati gli elementi-tipo (cfr. § 4.3.5), già definiti per le varie categorie di elementi (linee di pianta, aste, solai).

Quando si seleziona il comando "Edita" (cfr. § 5.5.1.2), la finestra delle proprietà contiene le proprietà dell'elemento selezionato, e tutti i comandi necessari per modificarle.

## 5.8. BARRA DELLE INFORMAZIONI

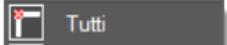
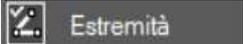
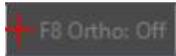
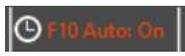
La barra delle informazioni, in basso, consente di accedere ad informazioni di disegno, visualizzando le coordinate correnti del puntatore del mouse, in coordinate coerenti con quelle correnti.

-0.0438769 -2.9506 m

La presenza di utili **strumenti di aiuto alla modellazione** (snap), consente di disegnare in maniera precisa e spedita anche le geometrie più complesse.

Sono disponibili i seguenti **strumenti di Snap**, comuni per chi disegna in ambiente CAD: Estremità, Incrocio, Centrale, Vicino. Essi vengono attivati/disattivati mediante il comando in basso a sinistra sulla barra delle informazioni. E' disponibile anche la funzionalità Ortho.

Grazie all'utilizzo degli Snap è possibile sfruttare adeguatamente la griglia delle linee guida (in giallo nell'immagine a fianco) e delle linee di riferimento (importate da DXF).

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Snap:</b> Apre il menu a tendina che consente di gestire gli strumenti snap, di attivarli e disattivarli.
	<b>Attiva/Disattiva Tutti:</b> All'interno del menu Snap. Consente di attivare/disattivare contemporaneamente tutti gli strumenti snap.
	<b>Attiva/Disattiva Estremità:</b> All'interno del menu Snap. Se attivato, aggancia il nodo di estremità di un oggetto (ad es. di una linea di pianta).
	<b>Attiva/Disattiva Incrocio:</b> All'interno del menu Snap. Se attivato, aggancia il punto di intersezione tra due oggetti (ad es. intersezione tra due linee di pianta).
	<b>Attiva/Disattiva Centrale:</b> All'interno del menu Snap. Se attivo, aggancia il punto centrale (medio) di un oggetto (ad es. il punto medio di una linea di pianta).
	<b>Attiva/Disattiva Vicino:</b> All'interno del menu Snap. Se attivo, aggancia un qualunque punto sulla linea di pianta. E' utile per disegnare le aperture sulle linee di pianta.
	<b>Modalità orto On/Off:</b> se attiva (modalità On) consente di tracciare linee di pianta (o oggetti) in generale in direzione ortogonale. Può essere attivato/disattivato velocemente con il tasto F8 da tastiera.
	<b>Modalità Auto On/Off:</b> se attivata durante l'input grafico crea delle linee guida sui punti di estremità della linea di pianta tracciata secondo le due direzioni principali x e y.



### IMPORTANTE

*E' importante precisare che, lo snap "Vicino" di solito è disattivato, giacchè potrebbe indurre errori nella modellazione. Occorre invece attivarlo quando si disegnano le aperture. L'utente viene informato mediante un messaggio di alert.*

## 6. EDITOR DI PARETE

L'editor di parete è lo strumento complementare e per alcune funzioni alternativo all'editor di pianta.

La nuova procedura di modellazione in 3DMacro 4 prevede una **gestione coordinata degli input per impalcato e per parete, integrati in un unico ambiente di lavoro** e consente una esecuzione più efficace e veloce di tutte le operazioni di costruzione e modifica del modello. E' infatti consentito il passaggio diretto da Editor di impalcato a editor di parete, senza necessariamente passare per l'ambiente principale del programma.

Come in parte già visto per l'editor di pianta, anche per l'editor di parete sono disponibili molti strumenti che somigliano a quelli che possono essere trovati in qualsiasi software di tipo CAD.

L'organizzazione della finestra è analoga a quella dell'area principale di lavoro con un menu principale (cfr. § 6.3), una barra di comandi rapidi (cfr. § 6.5), una barra di visualizzazione delle pareti (cfr. § 6.4), una finestra principale, una finestra delle proprietà (cfr. § 6.7), e in basso la barra delle informazioni (cfr. § 6.8).

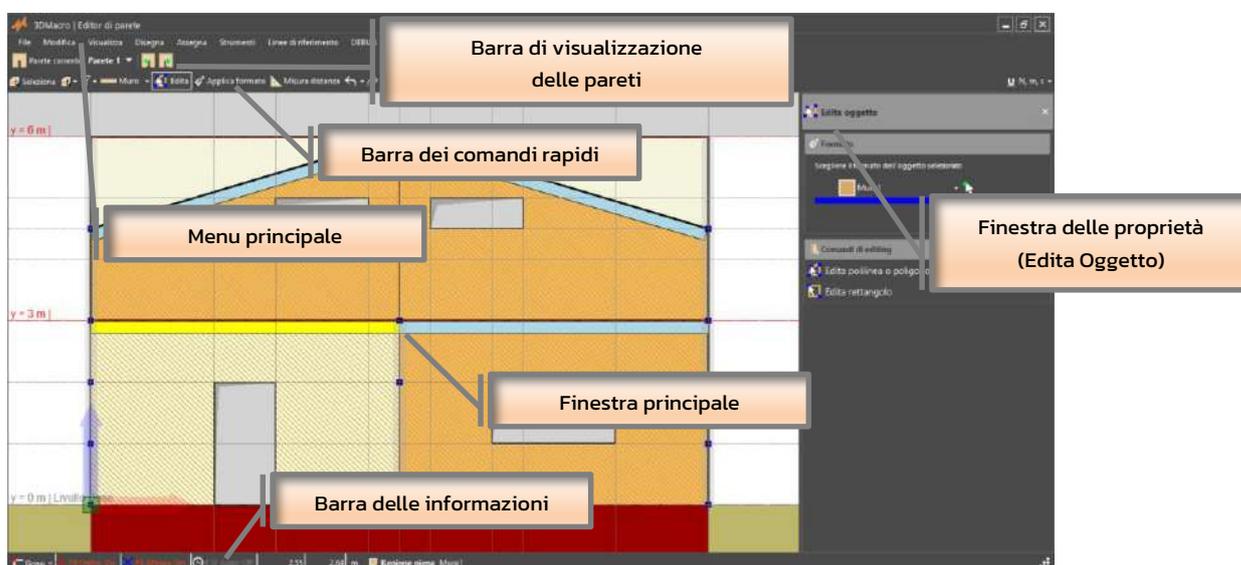


Figura 407. Schema della finestra di editor di parete.

### 6.1. ACCEDERE ALL'EDITOR DI PARETE

L'accesso all'editor di parete dall'area di lavoro principale può avvenire nei seguenti modi:

- Selezionando dal menu **Costruisci>Input pareti** (cfr. § 4.4.2);
- Cliccando sull'apposita icona presente nella barra dei comandi rapidi (cfr. § 2.2) dall'ambiente principale del programma o dall'ambiente Editor Impalcati;
- Selezionando dalla finestra principale un pannello (o una intera parete) e cliccando la voce "Edita Parete..." dal relativo menu contestuale (cfr. § 2.2.1).



#### IMPORTANTE

*L'origine del sistema di riferimento dell'editor di parete è posto in corrispondenza del primo nodo della parete stessa, così come definito nell'editor di pianta (cfr. § 5).*



### ATTENZIONE

Se dall'Editor di Impalcato non viene selezionata alcuna linea di pianta, accedendo all'Editor di Parete l'utente verrà indirizzato automaticamente alla parete 1.



### IMPORTANTE

E' importante ricordare che a partire dalla versione 4 di 3DMacro è possibile accedere all'ambiente di modellazione piano per pareti, oltre che dall'ambiente principale del programma, anche dall'ambiente di modellazione piano Editor di Impalcato. (cfr. § 5).

## 6.2. GLI ELEMENTI DELL'EDITOR DI PARETE

### 6.2.1. LINEE GUIDA

Le linee guida sono degli strumenti di ausilio al disegno. Sono delle rette, orizzontali e verticali, che vengono inserite nella parete per agevolare l'immissione geometrica degli elementi. L'intersezione di due linee guida, o di una linea guida e un altro elemento, individuano dei punti snap su cui è immediato cliccare come punti di riferimento, attivando il corrispondente strumento di snap.

Quando il puntatore del mouse si trova in prossimità di una linea guida, questa verrà evidenziata.

Sono rappresentate mediante linee rosse tratteggiate le linee guida che corrispondono alla linea marcapiano (quota di piano dell'impalcato), mentre sono tracciate in grigio tutte le altre. Sulla linea guida di piano viene indicata anche la rispettiva quota.

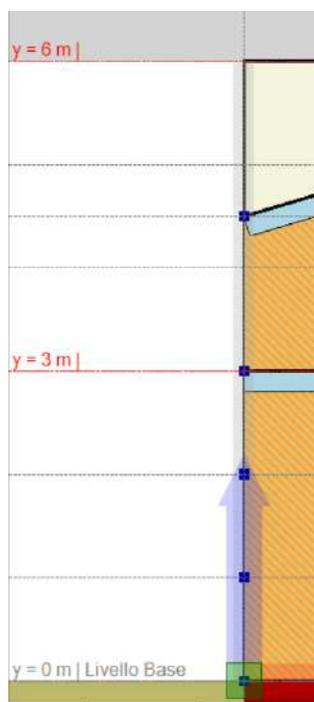


Figura 408. Rappresentazione delle linee guida che rappresentano le quote di impalcato.

Le pareti murarie visualizzate all'interno dell'editor di parete sono scomposte in regioni (cfr. § 6.2.2), ossia singole porzioni di pareti che, nella vista piana dell'editor, assumono forma rettangolare. In base alla geometria immessa verranno anche visualizzate alcune linee guida.

In corrispondenza delle linee guida che rappresentano l'intersezione tra la parete corrente e quelle ortogonali viene riportata l'area di ingombro delle pareti che intersecano quella corrente, campita di colore grigio.

**Per disegnare, modificare o cancellare** le linee guida è possibile fare riferimento all'editor linee guida (cfr. § 6.3.4.1), cliccando l'apposito comando dal menu principale, Disegna > Linee guida, o in alternativa cliccando sulla seguente icona dalla barra dei comandi rapidi (cfr. 6.5) Edita Linee guida.

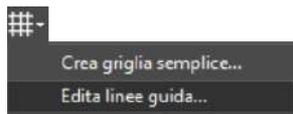


Figura 409. Edita linee guida

Le linee guida possono anche essere generate selezionando un punto di riferimento e scegliendo dal relativo menu contestuale la voce "aggiungi linea guida" (Orizzontale, Verticale o Entrambe).

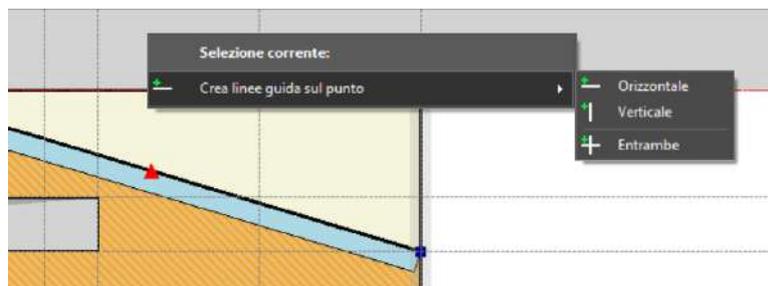


Figura 410. Crea Linea guida sul punto, da menu contestuale

**Per cancellare** una linea guida con il mouse dalla finestra principale dell'editor di parete, attivare la modalità di lavoro selezione dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea guida che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure dal menu principale Modifica > Cancella. In alternativa cliccare con il tasto destro del mouse sulla linea guida e selezionare la voce elimina dal relativo menu contestuale (cfr. § 6.6.1.1).

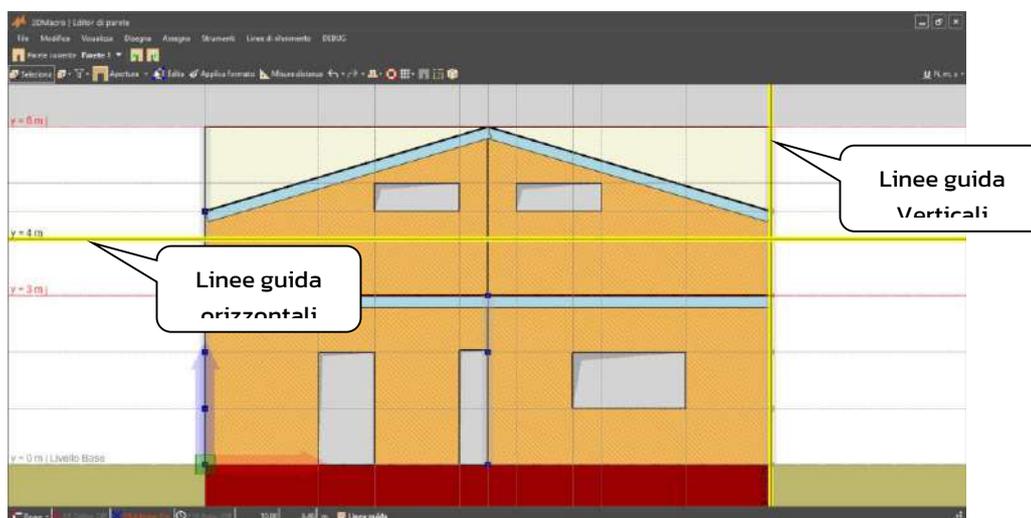


Figura 411. Linee guida dell'editor di parete.

**Per editare** una linea guida, in modalità seleziona, selezionarla e dal menu contestuale linea guida, selezionare il comando Offset. (cfr. § 6.6.1.1)

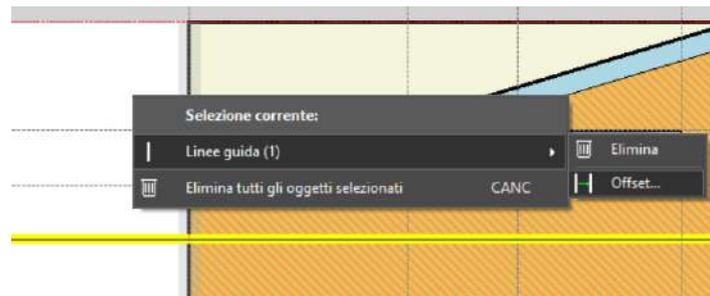


Figura 412. Edita Linea guida in modalità seleziona

### 6.2.2. REGIONE IN MURATURA

Le regioni sono le entità principali dell'editor di parete, per definire verticalmente la geometria delle pareti in muratura. Ad una regione corrisponde una porzione omogenea di muratura, per tale motivo vengono anche dette "regioni piene".

E' necessario pertanto spezzare o aggiungere una nuova regione ogni volta che deve essere cambiato l'elemento-tipo della muratura ovvero ogni volta che la geometria della struttura lo richieda.

Non è necessario che ciascuna regione sia compresa tra le linee guida orizzontali che individuano le quote principali del modello (cfr. § 4.2.2.1). E' possibile creare regioni che abbracciano più livelli, la mesh verrà comunque creata correttamente.

All'interno delle regioni trovano collocazione le **aperture** (cfr. § 6.2.3), gli **ammaloramenti e i rinforzi** (cfr. § 6.2.4), ossia delle "**sotto-regioni**" che attribuiscono alla regione che li contiene delle cavità o delle diverse proprietà, in termini di materiale e spessore della muratura.

Alle regioni deve essere attribuito un formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), che gestisce le proprietà geometriche e meccaniche degli elementi murari corrispondenti.

La parete viene vista in proiezione ortogonale. Ciascuna regione viene visualizzata in arancio e con un tratteggio. Nel caso in cui le regioni siano state cancellate con la procedura di seguito descritta, al loro posto saranno visualizzate delle aree di colore giallo tenue, che indicano i campi all'interno dei quali è possibile disegnare delle regioni o qualsivoglia elemento asta (traccia parete). La stessa traccia parete sarà mantenuta nell'editor di impalcato. Se si vuole cancellare una traccia parete occorre necessariamente effettuare questa operazione dall'editor di impalcato, con le modalità note per le linee di pianta (cfr. § 5.5.1.2.1 e §5.6.1.3).

**Per disegnare** una **regione** cliccare l'apposito comando dal menu principale, Disegna > Muro (linea di pianta) (cfr. § 6.3.4.2), ovvero dalla barra dei comandi rapidi, attraverso il menu a tendina "Crea..." > Muro (cfr. § 0).

**Per modificare** una **regione** attivare la modalità di lavoro edita dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la regione che si intende modificare.

**Per creare un timpano:** attivare la modalità edita presente nella barra dei comandi rapidi ed editare la regione piena.

**Per cancellare** una regione, attivare la modalità di lavoro seleziona dalla barra dei comandi rapidi e selezionare la linea di pianta che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure dal menu principale modifica > cancella. In alternativa cliccare con il tasto destro del mouse sulla linea di pianta (o regione piena) e selezionare la voce "elimina" dal relativo menu contestuale.

Seppure verrà cancellata la regione piena (zona riportata in arancio tratteggiata), la traccia parete viene mantenuta (area riportata in giallo chiaro).

**Assegna elemento-tipo (formato).** Alle regioni deve essere attribuito un formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), attraverso il comando “applica formato”, se già l’elemento è stato creato e si vuole editarlo, oppure selezionando il formato nel momento in cui si crea la regione piena, mediante l’apposito pannello delle proprietà (cfr. §6.3.4.2). Si ricorda che *l’elemento-tipo muratura* (cfr. § 4.3.5.1) gestisce le proprietà geometriche ed attribuisce le proprietà meccaniche agli elementi murari corrispondenti.

**Per creare le aperture** all’interno di una regione selezionare la voce “crea apertura” dal menu “Crea...” della barra dei comandi rapidi (cfr. § 0), oppure dal menu principale disegna > apertura (cfr. § 6.3.4.3).

**Per creare gli ammaloramenti e i rinforzi** all’interno di una regione selezionare la voce “crea rinforzo o ammaloramento” dal menu “Crea...” della barra dei comandi rapidi, oppure dal menu principale disegna > rinforzo o ammaloramento (cfr. § 6.3.4.4).

### 6.2.3. APERTURE

Gli elementi strutturali della parete sono determinati dalle regioni, decurtate di tutte le aperture inserite. Le aperture sono gli oggetti che rappresentano finestre e porte in una parete.

In corrispondenza di un’apertura non verrà inserito nessun elemento strutturale.

E’ possibile creare un’architrave in testa ad una apertura, in maniera automatica, stabilendo anche l’ammorsamento dell’architrave all’interno della muratura.

**Per disegnare** le aperture all’interno di una regione selezionare dal menu principale disegna > apertura (cfr. § 6.3.4.3), oppure selezionare la voce “crea apertura” dal menu “Crea...” della barra dei comandi rapidi (cfr. § 0).

**Per modificare** una apertura attivare la modalità di lavoro edita dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l’apertura che si intende modificare.

**Per cancellare** una apertura attivare la modalità di lavoro seleziona dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l’apertura che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure dal menu principale modifica > cancella. In alternativa cliccare con il tasto destro del mouse sull’apertura e selezionare la voce “elimina” dal relativo menu contestuale (cfr. § 6.6.2).

### 6.2.4. RINFORZI O AMMALORAMENTI

Le pareti murarie possono presentare al loro interno delle disomogeneità in termini geometrici e meccanici dovute a rinforzi strutturali o ammaloramenti. Tali disomogeneità possono essere introdotte all’interno delle regioni precedentemente definite attraverso l’inserimento di sotto-regioni dette “rinforzi o ammaloramenti”. Queste ultime attribuiscono delle proprietà diverse alla regione che li contiene, in termini di materiale e spessore della muratura. In particolare è possibile distinguere:

- **Rinforzo**, ossia un incremento delle caratteristiche meccaniche della muratura applicando dei miglioramenti strutturali (quali iniezioni di malta, rinforzo con rete di barre in acciaio)
- **Ammaloramento**, ossia una diversa tipologia di muratura contenuta all’interno del paramento murario associabile ad un diverso spessore della muratura o ad un diverso tipo di materiale.

Così come gli oggetti *apertura*, anche il *rinforzo* e l'*ammaloramento* sono entità molto comode, poiché consentono di gestire la parete come se si lavorasse su un prospetto.

**Per disegnare** un rinforzo o ammaloramento all'interno di una regione selezionare dal menu principale *disegna > rinforzo* o *ammaloramento* (cfr. § 6.3.4.4), oppure selezionare la voce "crea rinforzo o ammaloramento" dal menu "Crea..." della barra dei comandi rapidi.

**Per modificare** un rinforzo o ammaloramento attivare la modalità di lavoro edita dalla barra dei comandi rapidi e selezionare il rinforzo o ammaloramento che si intende modificare.

**Per cancellare** un rinforzo o ammaloramento attivare la modalità di lavoro seleziona dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'*apertura* che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure dal menu principale *modifica > cancella*. In alternativa cliccare con il tasto destro del mouse sull'*apertura* e selezionare la voce "elimina" dal relativo menu contestuale (cfr. § 6.6.2).

---

### 6.2.5. ASTE

Un altro oggetto strutturale che è possibile gestire dall'editor di parete sono le aste, utili per introdurre i cordoli in corrispondenza delle quote, gli architravi in corrispondenza delle aperture e, più in generale, i pilastri o le travi comunque inclinate ed orientate.

3DMacro® sfrutta le potenzialità dell'interazione tra muratura e travi e pilastri, che spesso assumono un ruolo determinante nella resistenza sismica di un edificio (cfr. manuale teorico).

Alle aste deve essere attribuito un formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), che gestisce le proprietà geometriche e meccaniche degli elementi corrispondenti.

Il sistema di riferimento locale dell'asta è di tipo destrogiro, orientato di default in modo che:

- l'asse 1 sia individuato dall'asse geometrico della trave;
- l'asse 2 sia perpendicolare all'asse 1 comunque giacente nel piano della parete;
- l'asse 3 sia ortogonale alla parete

Ogni volta che è necessario vincolare il nodo di un'asta ad una regione (ossia ad un pannello murario o ad un setto in c.a.) o ad un pilastro appartenente ad un'altra parete è necessario assegnare all'asta un vincolo interno. Quest'ultimo può essere assegnato in modo da vincolare il nodo dell'asta ai nodi delle regioni che appartengono alla stessa parete dell'asta ovvero a quelle che appartengono alle altre pareti del modello. Di default i vincoli interni non vengono assegnati alle aste: è bene precisare che non è consentito l'inserimento di aste "sospese" i cui nodi estremi non sono collegati ad altri elementi verticali (ossia ad un pannello murario, ad un setto in c.a., ad un pilastro), che siano comunque vincolati alla base attraverso un elemento di fondazione (cfr. § 1.1.6).

E' possibile creare un architrave in testa ad una apertura (cfr. § 6.6.2.2), in maniera automatica, stabilendo anche l'ammorsamento dell'architrave all'interno della muratura.

**Per disegnare** le aste selezionare dal menu principale *disegna > trave /cordolo/asta* (cfr. § 6.3.4.5), oppure selezionare la voce "crea asta" dal menu "Crea..." della barra dei comandi rapidi (cfr. § 0).

**Per modificare** un'asta attivare la modalità di lavoro dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'asta che si intende modificare.

**Per cancellare** un'asta attivare la modalità di lavoro seleziona dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'asta che si intende eliminare. Quindi premere il tasto CANC dalla tastiera, oppure dal menu principale *modifica > cancella*. In alternativa cliccare con il tasto destro del mouse sull'asta e selezionare la voce "elimina" dal relativo menu contestuale (cfr. § 6.6.4).

**Per assegnare un vincolo interno (attach)** ad un'asta attivare la modalità di lavoro seleziona (cfr. § 6.6.4.2) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'asta a cui si intende modificare il vincolo interno. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sull'asta e selezionare la voce "vincolo interno (attach)" dal relativo menu contestuale (cfr. § 6.6.4).

**Per assegnare un carico di linea** ad un'asta attivare la modalità di lavoro seleziona dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'asta che si intende caricare. Quindi cliccare con il tasto destro del mouse sull'asta e selezionare la voce "assegna carico di linea" dal relativo menu contestuale (cfr. § 6.6.4.1).



### ATTENZIONE

*A partire dalla versione 4 di 3DMacro, viene consentito l'inserimento di aste anche non appartenenti a una regione e/o traccia parete precedentemente definita in ambiente piano (editor pianta). Le aste possono essere disegnate secondo qualsiasi inclinazione o orientamento.*

*E' consentito l'inserimento di aste "sospese", ossia aste i cui nodi estremi non sono collegati ad altri elementi verticali (ossia ad un pannello murario, ad un setto in c.a., ad un pilastro). Chiaramente*

## 6.3. MENU PRINCIPALE

Il menu principale consente, attraverso i menu a tendina, di accedere a tutti i comandi e opzioni disponibili in questo editor. Sono di seguito riportati e descritti nel dettaglio tutti i comandi, suddivisi in base al menu di pertinenza.

### 6.3.1. MENU FILE

I comandi di questo menu coinvolgono tutte le istruzioni applicabili in misura generale a tutta la finestra.

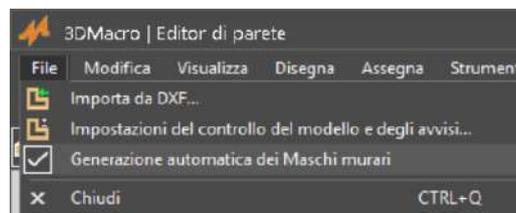


Figura 413. Menu File dalla finestra di Editor di parete.

#### 6.3.1.1. IMPORTA DA DXF

COMANDO: MENU FILE>IMPORTA DA DXF

Attraverso questo comando è possibile importare disegni CAD 2D, rappresentativi della pianta dell'impalcato corrente in formato DXF. Cliccando sul comando si apre una finestra di selezione nella cartella di lavoro corrente, da cui è possibile selezionare il file DXF. È importante seguire le seguenti regole pratiche per una importazione efficace:

Prima di importare il file DXF, occorre apportare le seguenti modifiche, mediante il vostro software CAD:

- E' opportuno posizionare l'origine del sistema di riferimento, del disegno CAD, in uno dei vertici della pianta.
- E' necessario cancellare disegni ed immagini contigue alla pianta, mantenendo su questa solo ciò che è effettivamente utile ed eliminando eventuali retini, elementi architettonici

(tramezzi non strutturali, pareti in cartongesso, finestre, infissi, etc...), di scarso valore strutturale, o che non si intendono comunque modellare.

- Prima di importare il file DXF è necessario chiudere il file che si vuole importare.



### ATTENZIONE

*3DMacro® importa dal disegno in formato DXF soltanto gli oggetti "linea". Pertanto è necessario, prima di importare il file DXF, selezionare la pianta ed esplodere tutto, in modo che il disegno sia costituito solo da oggetti linea.*

Dopo aver selezionato il file DXF si apre una finestra che contiene i seguenti comandi:

- **Layers da importare:** questo comando visualizza l'elenco completo dei layers presenti nel file DXF selezionato. È possibile importare gli oggetti contenuti in determinati layers spuntando le corrispondenti caselle di opzione.
- **Coordinate DXF del punto di origine:** consente di specificare le coordinate (esprese nelle unità di misura CAD del file che si sta importando) del punto nel file DXF, che si vuole impostare come origine del sistema di riferimento globale. Se nel file DXF è stata posizionata l'origine del sistema di riferimento in uno dei vertici della pianta, su cui si vuole posizionare l'origine del sistema di riferimento globale del modello in 3DMacro, allora le coordinate DXF del punto di origine saranno (0, 0).
- **Unità di misura del disegno DXF:** in questa casella di testo è necessario specificare a quanti cm (ovvero metri, mm, pollici), corrisponde l'unità di misura CAD del disegno in formato DXF.
- **Importa:** questo comando conferma quanto è contenuto nella finestra e avvia l'importazione del disegno DXF. Una volta completata la procedura di importazione le linee del disegno DXF saranno trattate alla stregua delle linee di riferimento.
- **Annulla:** questo comando annulla la procedura di importazione da file DXF.

#### 6.3.1.2. IMPOSTAZIONI CONTROLLI SUL MODELLO E AVVISI

COMANDO: MENU FILE>IMPOSTAZIONI CONTROLLI SUL MODELLO E AVVISI

Questo comando apre la finestra "impostazioni controlli sul modello e avvisi". I comandi contenuti in questa finestra consentono di modificare le tolleranze di controllo degli oggetti nell'editor di pianta. L'utilizzo di questa finestra è rivolto ad utenti esperti.

Regioni	
<input checked="" type="checkbox"/> Segnala le regioni quasi allineate	50 cm
Aperture	
<input checked="" type="checkbox"/> Segnala le aperture troppo vicine al bordo della regione	50 cm
<input checked="" type="checkbox"/> Segnala le aperture quasi allineate	50 cm
Aste	
<input checked="" type="checkbox"/> Segnala le aste quasi allineate alle regioni	50 cm
(Vengono in ogni caso escluse dal controllo le architravi)	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Annulla"/>	

Figura 414. Finestra impostazioni dei controlli sul modello

I comandi disponibili sono:

- **Segnala le regioni quasi allineate:** Avvisa l'utente con un messaggio se le regioni presentano tra loro dei disallineamenti inferiori alla lunghezza (espressa in cm), specificata nella corrispondente casella di testo.
- **Segnala le aperture troppo vicine al bordo della regione:** Avvisa l'utente con un messaggio se la distanza che intercorre tra le aperture e il bordo di una regione è inferiore alla lunghezza (espressa in cm), specificata nella corrispondente casella di testo.
- **Segnala le aperture quasi allineate:** Avvisa l'utente con un messaggio se le aperture presentano tra loro dei disallineamenti inferiori alla lunghezza (espressa in cm), specificata nella corrispondente casella di testo.
- **Segnala le aste quasi allineate alle regioni:** Avvisa l'utente con un messaggio se le aste presentano rispetto ai bordi delle regioni dei disallineamenti inferiori alla lunghezza (espressa in cm), specificata nella corrispondente casella di testo. Sono esclusi da tale controllo gli architravi sebbene siano modellati con elementi asta.

#### 6.3.1.3. GENERAZIONE AUTOMATICA DEI MASCHI

COMANDO: MENU FILE> GENERAZIONE AUTOMATICA DEI MASCHI

Questo comando consente di disattivare (o attivare) per ogni singola parete selezionata la generazione automatica dei maschi. Disattivare la generazione automatica dei maschi su alcune pareti equivale a non considerare "significative" quelle pareti ai fini della determinazione della capacità dell'edificio.

#### 6.3.1.4. CHIUDI L'EDITOR DI PARETE (CTRL+Q)

COMANDO: MENU FILE> CHIUDI L'EDITOR DI PARETE

Chiude l'editor di parete, chiedendo prima conferma sull'aggiornamento del modello con le modifiche introdotte nella sessione corrente senza salvare i dati su file. Questo comando è attivabile anche dalla barra dei comandi rapidi (cfr. § 6.5).

### 6.3.2. MENU MODIFICA

In questo menu sono inseriti tutti i comandi che interessano modifiche alle operazioni eseguite sulla parete corrente.

#### 6.3.2.1. ANNULLA

COMANDO: MENU MODIFICA>ANNULLA

Annulla una o più delle ultime operazioni eseguite. Quando questo comando viene selezionato, elenca tutte le ultime operazioni eseguite, e consente di ripristinare lo stato antecedente all'esecuzione dei comandi annullati.

Si può avere accesso a questa procedura anche dalla barra dei comandi rapidi cliccando sullo stesso comando. Questo comando consente di visualizzare, mediante menu a discesa l'elenco delle ultime 30 operazioni eseguite (ne visualizza massimo 30, ma le memorizza di fatto tutte).

Il comando è pertinente solo alla sessione di lavoro corrente. Se si esce dalla sessione di lavoro e si rientra, viene persa memoria delle operazioni eseguite durante la sessione di lavoro precedente e non possono più essere annullate.

Non è possibile ripristinare mediante questo comando tutte le operazioni di editing (operazioni eseguite in modalità Edita) né applicazione di altri formati.

#### 6.3.2.2. RIFAI (CTRL+Y)

COMANDO: MENU MODIFICA>RIFAI

Questo comando consente di ripristinare il comando annullato.

#### 6.3.2.3. AGGIORNA MODELLO COMPUTAZIONALE

COMANDO: MENU MODIFICA>AGGIORNA MODELLO COMPUTAZIONALE

Questo comando consente di aggiornare il modello computazionale globale del modello. Lo stesso comando è disponibile nell'ambiente principale da menu Modello e nell'ambiente di modellazione di input per impalcati.

### 6.3.3. MENU VISUALIZZA

Questo menu comprende tutti i comandi utili per migliorare la lettura grafica, colorare gli elementi secondo i criteri desiderati, visualizzare nel modo più efficace possibile le informazioni sugli oggetti della parete.

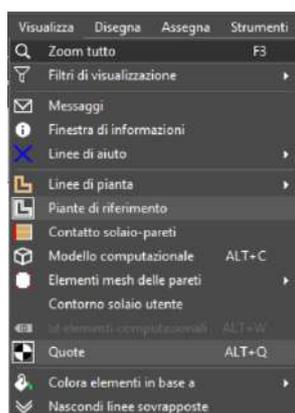


Figura 415. Menu visualizza.

#### 6.3.3.1. ZOOM TUTTO

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ZOOM TUTTO

Qualunque sia la vista corrente della parete, quando viene richiamato questo comando viene centrata la vista sulla parete in modo tale che tutti gli oggetti siano compresi nella vista.

Può essere richiamato anche col comando rapido F3.

#### 6.3.3.2. FILTRO DI VISUALIZZAZIONE

COMANDO: MENU VISUALIZZA>FILTRO DI VISUALIZZAZIONE

Il sottomenu filtri di visualizzazione dispone di comandi che permettono di visualizzare o nascondere gli elementi dell'editor di pianta (cfr. § 5.2). E' possibile infatti abilitare o disabilitare la visualizzazione delle categorie di elementi presenti nell'editor di pianta (linee guida, punti di riferimento, linee di pianta, travi, pilastri, fondazioni, solai, ammorsamenti d'angolo, maschi murari). E' inoltre possibile visualizzare immediatamente tutti gli elementi cliccando sulla voce "visualizza tutto".

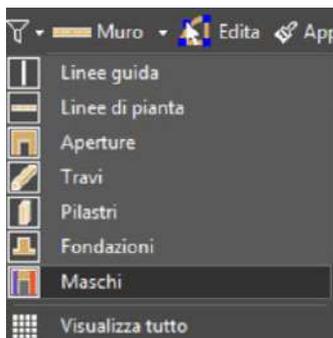


Figura 416. Menu filtro di visualizzazione.

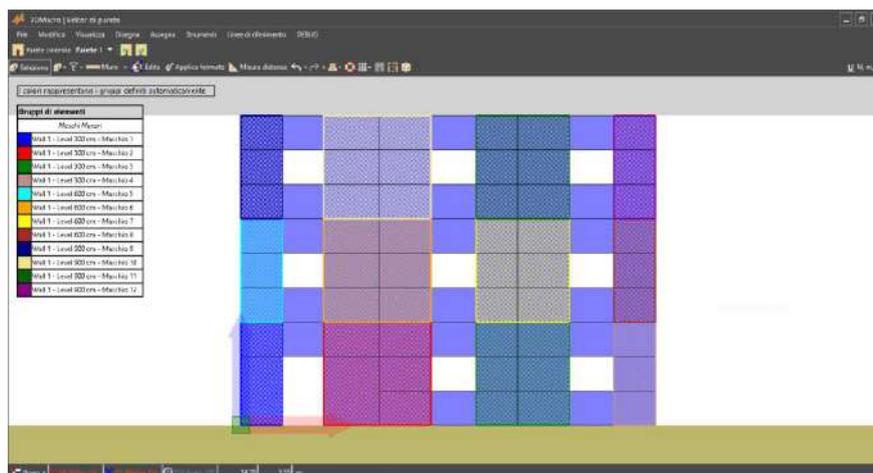


Figura 417. Visualizzazione dei maschi murari come gruppi di macro elementi. Per visualizzare i maschi murari, portarsi nella visualizzazione del modello computazionale della parete, cliccando su Alt+c da tastiera.

Gli elementi possono essere nascosti, cioè resi non visibili, o mantenuti visibili, ma inattivi. In questo secondo caso gli elementi rimarranno visibili, ma saranno inibite tutte le operazioni che possono essere eseguite su quelle categorie di elementi. Questa modalità può risultare utile per piante particolarmente complesse, quando si vuole operare solo su certe tipologie di elementi, escludendo le altre. Selezionare il comando filtri di visualizzazione, e attivare o disattivare la visualizzazione di uno o più gruppi di elementi. Il gruppo di elementi che viene disattivato è riportato e visualizzato, con il simbolo di "vista inibita", nell'angolo in alto a sinistra della finestra di editor.

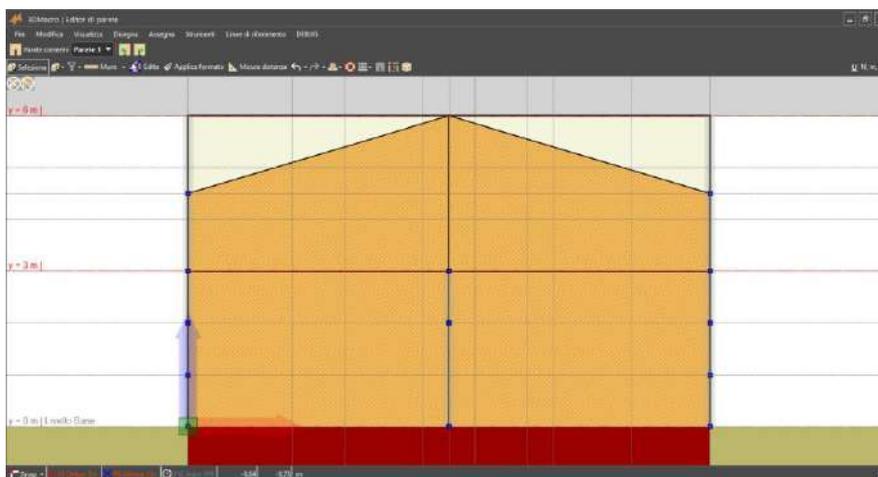


Figura 418. Nascondi elemento mediante filtro visualizzazione.

### 6.3.3.3. LINEE DI AIUTO

COMANDO: MENU VISUALIZZA>LINEE DI AIUTO

Questo comando permette di attivare ai seguenti comandi:

- **Ortho**: abilita, in fase di disegno, la modalità di supporto al puntamento ortho (tasto F8 da tastiera).
- **Auto**: abilita, in fase di disegno, delle linee guida disposte secondo due assi principali x e y, passanti per un qualsiasi punto o nodo estremo di una linea disegnata. Le linee guida vengono tracciate sia nell'ambiente editor per impalcato che in quello di parete (ai bordi della linea di pianta). Queste linee guida sono molto utili per individuare altri punti di intersezione.

### 6.3.3.4. VISUALIZZA MODELLO COMPUTAZIONALE (ALT+C)

COMANDO: MENU VISUALIZZA>MODELLO COMPUTAZIONALE

Consente di elaborare e visualizzare la mesh della parete composta dai macro-elementi e dagli elementi asta. E' utile verificare la mesh quando tutta la geometria è stata immessa, per accertare che non si creino situazioni anomale, o di mesh poco regolare.

Il comando può essere richiamato in maniera rapida da tastiera con ALT+C, ovvero selezionando il comando mesh dalla barra dei comandi rapidi.



## APPROFONDIMENTO

*Una mesh è non regolare quando i macro-elementi presentano un rapporto tra il lato minore ed il lato maggiore eccessivamente piccolo tale da determinare macro-elementi stretti e lunghi. L' algoritmo automatico di creazione della mesh eviterà di generare mesh non regolari. A tale scopo 3DMacro®, durante le operazioni di disegno degli elementi, avvisa l'utente che gli elementi disegnati possono determinare mesh non regolari. Per ulteriori informazioni e dettagli sull'algoritmo di generazione automatica della mesh, si rimanda al § 4.2.4.1.*

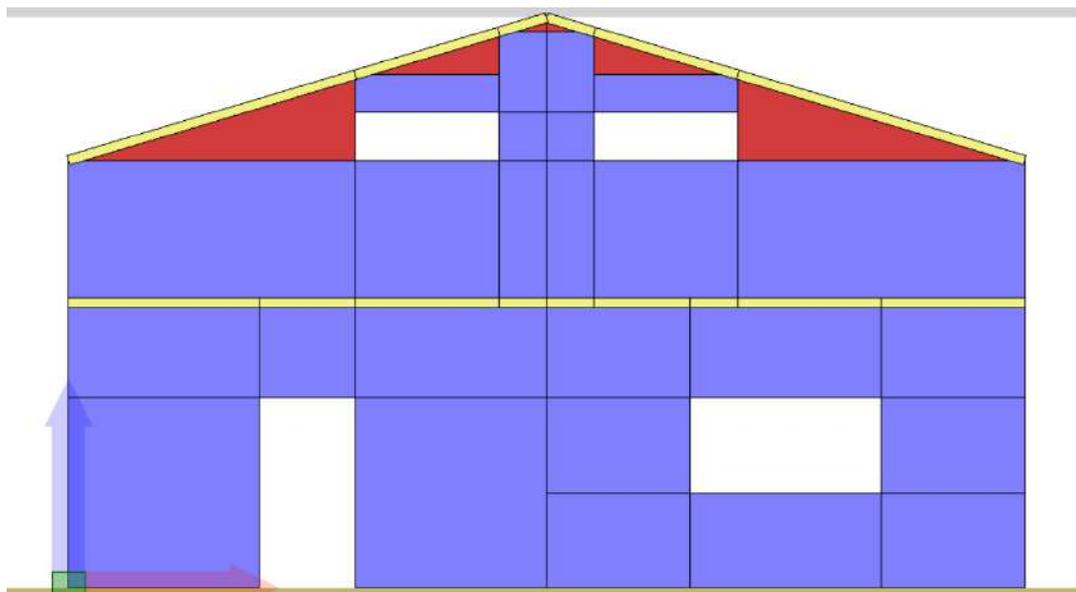


Figura 419. Vista di una parete con mesh generata

### 6.3.3.5. VISUALIZZA ID DEGLI ELEMENTI COMPUTAZIONALI

COMANDO: MENU VISUALIZZA>ID DEGLI ELEMENTI COMPUTAZIONALI

Nel caso in cui l'utente abbia selezionato il comando visualizza mesh della parete, questo comando visualizza il numero identificativo degli elementi della mesh (pannelli murari e aste).

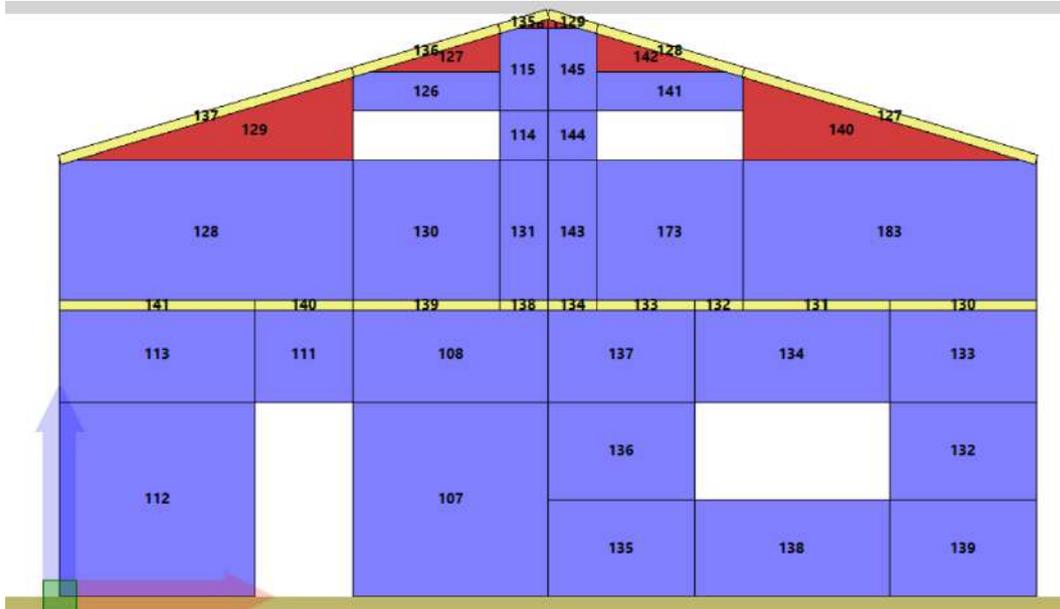


Figura 420. Vista ID degli elementi computazionali (visualizzazione della parete nella modalità modello computazionale - alt+c da tastiera)

### 6.3.3.6. VISUALIZZA QUOTE

COMANDO: MENU VISUALIZZA>QUOTE

Questo comando, se attivo, visualizza, nella finestra principale, le linee guida che identificano le quote di impalcato.

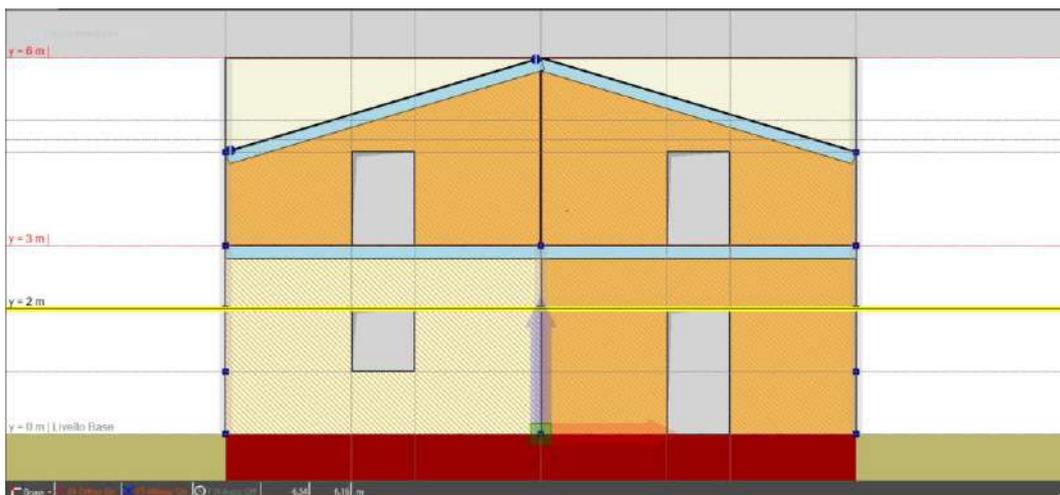


Figura 421. Visualizza le quote di piano

## 6.3.3.7. COLORA ELEMENTI IN BASE A...

COMANDO: MENU VISUALIZZA>COLORA ELEMENTI IN BASE A...

Questo menu consente di gestire la visualizzazione degli elementi, secondo criteri diversi, che possono consentire una verifica efficace della bontà delle operazioni effettuate.

Gli elementi, nell'editor di parete, possono essere visualizzati con colore diverso in base al formato (CTRL+F da tastiera, per attivare velocemente il comando) (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), assegnato, selezionando dal sottomenu la voce "Formato".

Selezionando invece la voce "Carico" è possibile visualizzare le aste con un colore diverso in funzione del carico di linea applicato (CTRL+L da tastiera per attivare velocemente il comando).



Figura 422. Sotto-menu per la colorazione degli elementi

Nell'esempio seguente la parete contiene due regioni e due aste. Sia le aste che le regioni hanno formati diversi tra loro. Se nessun criterio è stato adottato per la colorazione degli elementi, le regioni saranno tutte grigie e tratteggiate, le aste tutte arancioni.

La stessa parete, se la colorazione viene effettuata in base al formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), si presenterà variopinta sulla base degli elementi-tipo assegnati. Questa opzione risulta molto utile quando si vogliono verificare le assegnazioni effettuate.

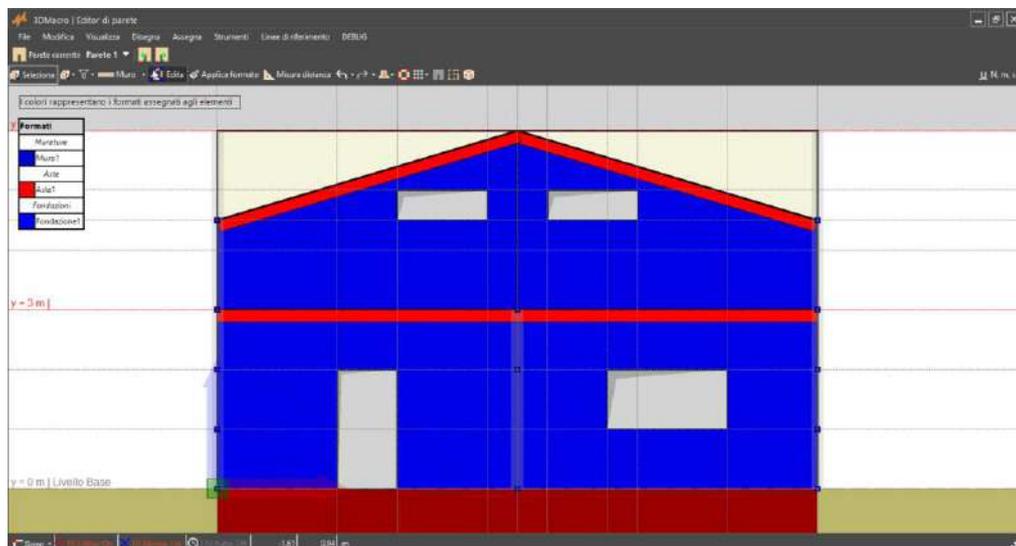


Figura 423. Colorazione degli elementi in base all'elemento-tipo assegnato.

### 6.3.4. MENU DISEGNA

Questo menu consente di immettere tutti gli oggetti dell'editor di parete. I comandi disponibili in questo menu sono tuttavia quasi tutti disponibili anche nella barra dei comandi rapidi.

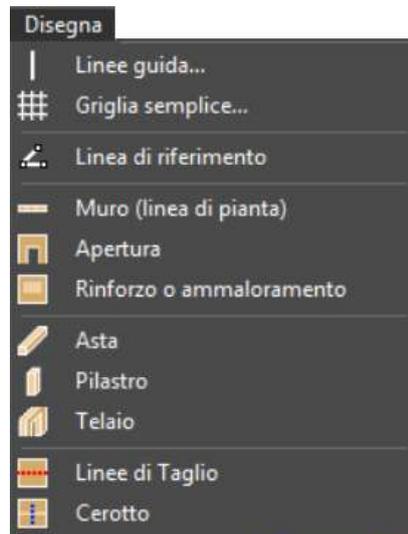


Figura 424. Menu Disegna.

#### 6.3.4.1. LINEA GUIDA

COMANDO: MENU DISEGNA>LINEA GUIDA

Con tale comando si accede alla finestra per la gestione delle linee guida (cfr. S 6.2.1). La finestra edita linee guida è composta da:

- i bottoni "orizzontale" e "verticale", posti in alto a sinistra ed attivabili alternativamente, consentono di distinguere le linee guida ad asse orizzontale da quelle ad asse verticale;
- il menu a tendina "unità di misura", da cui è possibile impostare l'unità di misura della proprietà "posizione" delle linee guida, quest'ultima meglio descritta inferiormente;
- una tabella delle proprietà delle linee guida, posta al centro della finestra, contenente i dati caratteristici delle proprietà di ciascuna linea guida;
- il riquadro dei comandi "inserisci in serie", posto nella parte inferiore della finestra.

Ogni linea guida possiede alcune proprietà che l'utente può sfruttare per agevolare l'immissione grafica della parete. Ogni linea guida possiede le seguenti proprietà:

- Ha una direzione (orizzontale o verticale), corrispondente ad una delle due tabelle che sono visualizzabili ed editabili in questa finestra;
- Può avere un nome, utile per identificare immediatamente una particolare linea guida;
- La posizione indica l'ascissa (per linee guida ad asse verticale), o l'ordinata (per linee guida ad asse orizzontale), in cui è posizionata la linea guida, coerentemente con l'unità di misura selezionata;
- Può essere visibile, si può inibirne la vista, se in certi momenti è utile nasconderle;

E' possibile **aggiungere** una nuova linea guida semplicemente scrivendo nell'ultima riga (inizialmente vuota), la posizione della linea guida.

Alternativamente è possibile **aggiungere** le linee guida poste a distanza regolare, digitando nel riquadro "inserisci in serie" la nuova posizione (o quella esistente), della prima linea guida, il numero di linee guida che si intende aggiungere (nella casella "numero") e la distanza relativa tra le stesse (nella casella "a distanza"). Infine cliccare sul bottone "aggiungi".

È possibile **cancellare** una o più linee guida selezionando le righe corrispondenti e premendo il tasto “Elimina selezionate”

Il pulsante in alto a sinistra “**Aggiungi a tutti i livelli**” consente di aggiungere automaticamente linee guida orizzontali a tutti i livelli.

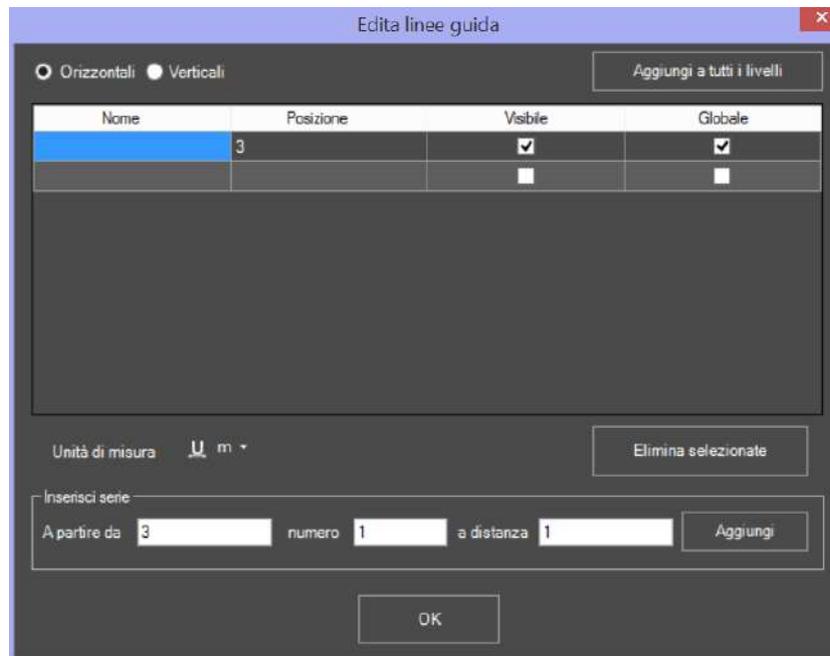


Figura 425. Finestra per l'immissione delle linee guida

#### 6.3.4.2. GRIGLIA SEMPLICE

COMANDO: MENU DISEGNA>GRIGLIA SEMPLICE

Questa finestra consente di immettere, in maniera rapida ed immediata, una griglia di linee guida. I parametri richiesti sono:

- **Dimensioni X e Y:** rappresenta la larghezza totale della griglia nelle due dimensioni;
- **Numero di campi X e Y:** indica il numero dei campi in cui suddividere i due lati della griglia.
- **Linee guida globali:** selezionando questa opzione è possibile attribuire alle linee guida della griglia la proprietà “globale”, che consente di ritrovare le linee guida della griglia a tutte le quote (cfr. § 5.3.4.1).

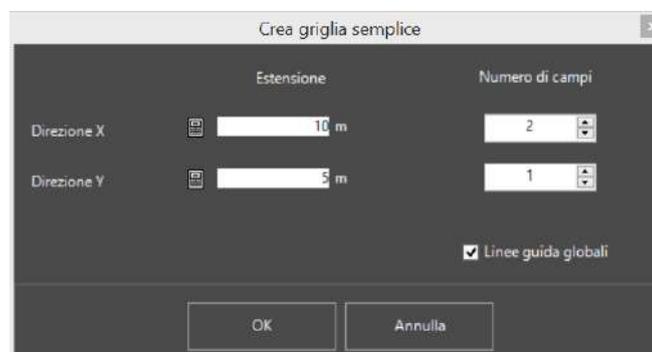


Figura 426. Finestra di immissione griglia semplice



### ATTENZIONE

*L'origine della griglia si trova sempre nell'origine del sistema di riferimento. Non è possibile definire una griglia semplice che abbia origine in qualsiasi altro punto.*

#### 6.3.4.1. LINEA DI RIFERIMENTO

COMANDO: MENU DISEGNA>LINEA DI RIFERIMENTO

Questo comando consente di immettere le linee di riferimento nella pianta. Possono essere immesse cliccando nell'area principale gli estremi delle linee,

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro sulla finestra di lavoro principale, comparirà il messaggio che chiede se si vuole rendere la linea di riferimento indefinita. Dopo aver tracciato la linea di riferimento, cliccare col tasto destro del mouse e dal menu contestuale selezionare Termina, per confermare i punti immessi.

Le linee di riferimento tracciate sono di default bloccate (non possono essere selezionate, ne' editate). Per renderle editabili e selezionabili, occorre sbloccarle mediante l'apposito comando disponibile nel menu Linee di riferimento.

#### 6.3.4.2. DISEGNA MURO (LINEA DI PIANTA)

COMANDO: MENU DISEGNA>MURO (LINEA DI PIANTA)

Questo comando consente di immettere le regioni, ovvero muri (linee di pianta). La nuova gestione coordinata degli editor di impalcati e di parete consente di tracciare muri dall'editor di pareti anche se precedentemente non è stata tracciata una linea di pianta dall'editor di impalcati.

Le regioni sono sempre rettangolari, pertanto sono univocamente determinate da due punti che individuano una loro diagonale. Esse vengono immesse cliccando nell'area principale gli estremi della diagonale.

Dal pannello delle proprietà (a destra) è possibile gestire le proprietà da assegnare alla regione. In alto è possibile selezionare il formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), da attribuire al muro (o linea di pianta). L'elemento-tipo può essere scelto tra quelli disponibili. Inoltre è possibile accedere alla definizione degli elementi-tipo e aggiungerne di nuovi o modificare quelli esistenti.

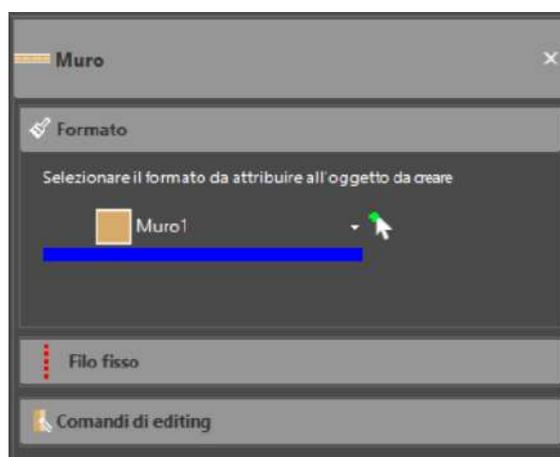


Figura 427. Pannello delle proprietà per i muri



### ATTENZIONE

Se, durante l'input di un muro (linea di pianta) è attivo lo Snap Ortho (F8 da tastiera), potrà disegnarsi una regione rettangolare solo se è stata precedentemente definita una griglia semplice, appoggiandosi ai punti di intersezione della griglia.

Se la griglia non è stata definita, per poter tracciare la regione (muro) sarà necessario disattivare lo snap Ortho (F8 da tastiera o dal rispettivo comando sulla barra delle informazioni in basso).

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu a tendina con diverse opzioni:

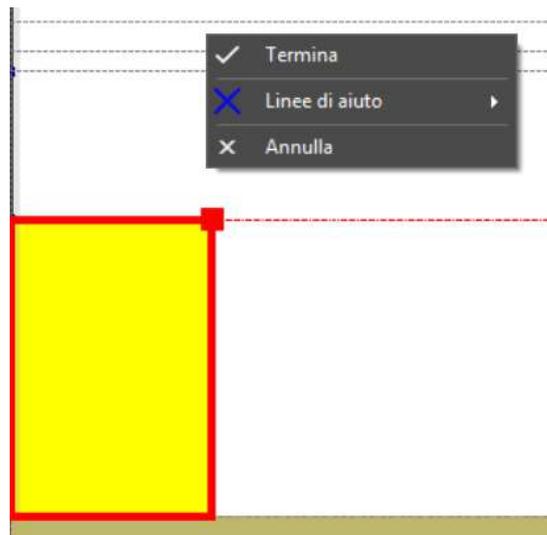


Figura 428. Menu contestuale disegna muro (linea di pianta)

- **Termina:** conferma i punti immessi;
- **Linee di aiuto:** apre un sottomenu che consente di tracciare delle linee di aiuto da potersi utilizzare come riferimento per la linea di pianta che si sta disegnando. Abilitando i comandi "Ortho" (F8 da tastiera) è possibile tracciare le linee di pianta (i muri) lungo le direzioni degli assi x e y del sistema di riferimento globale. Abilitando invece il comando "Auto" (F10 da tastiera) vengono tracciate automaticamente delle linee guida (orizzontale e verticale) in corrispondenza dell'ultimo punto tracciato. Lo stato di questi comandi (on-off) viene visualizzato in basso sulla barra delle informazioni.
- **Annulla:** elimina l'immissione dell'ultimo punto.



Figura 429. Barra delle informazioni e stato delle impostazioni di tracciamento dei muri.

#### 6.3.4.3. DISEGNA APERTURA

COMANDO: MENU DISEGNA>APERTURA

Questo comando consente di creare una apertura all'interno di una regione (un muro). Tale apertura è individuata da un rettangolo che viene definito dai vertici di una sua diagonale. I vertici possono essere immessi cliccando due punti all'interno della regione. E' possibile creare prima delle linee di riferimento di aiuto alla modellazione (cfr. § 5.2.3).

Le modalità di immissione delle aperture sono del tutto analoghe a quelle del muro e ad esse si rimanda.

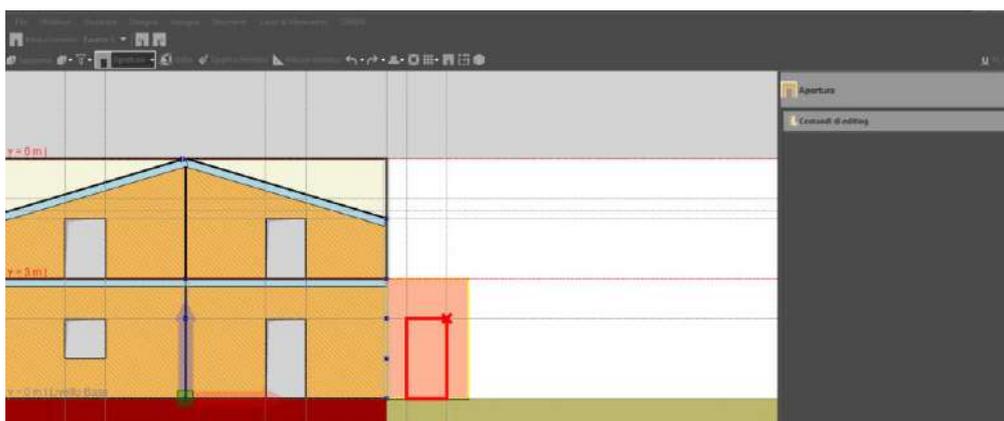


Figura 430. Disegna Apertura

#### 6.3.4.4. DISEGNA RINFORZO O AMMALORAMENTO

**COMANDO: MENU DISEGNA>RINFORZO O AMMALORAMENTO**

Questo comando consente di creare una sotto-regione che modifica le proprietà geometriche e meccaniche della regione (ossia le caratteristiche della muratura) che la contiene. Tale sotto-regione è individuata da un rettangolo che viene definito dai vertici di una sua diagonale. Tali vertici possono essere immessi cliccando due punti all'interno della regione che si intende modificare o immettendone le coordinate nella finestra delle proprietà.

Le modalità di immissione della geometria dei rinforzi o ammaloramenti sono del tutto analoghe a quelle della regione e ad esse si rimanda. Durante la procedura di disegno si apre la finestra delle proprietà da cui è possibile gestire le proprietà da assegnare al rinforzo o ammaloramento.

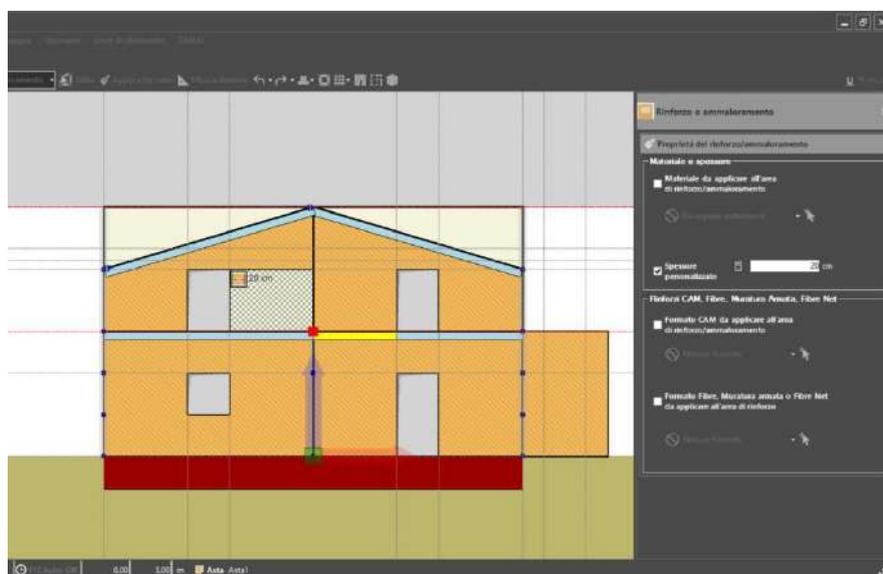


Figura 431. Immissione rinforzi/ammaloramenti mediante utilizzo del mouse.

Il pannello di editing delle proprietà posto sulla destra della finestra di lavoro visualizza le caratteristiche correnti del rinforzo/ammaloramento. Esso consente inoltre la definizione, l'eliminazione o la modifica delle proprietà precedentemente definite.

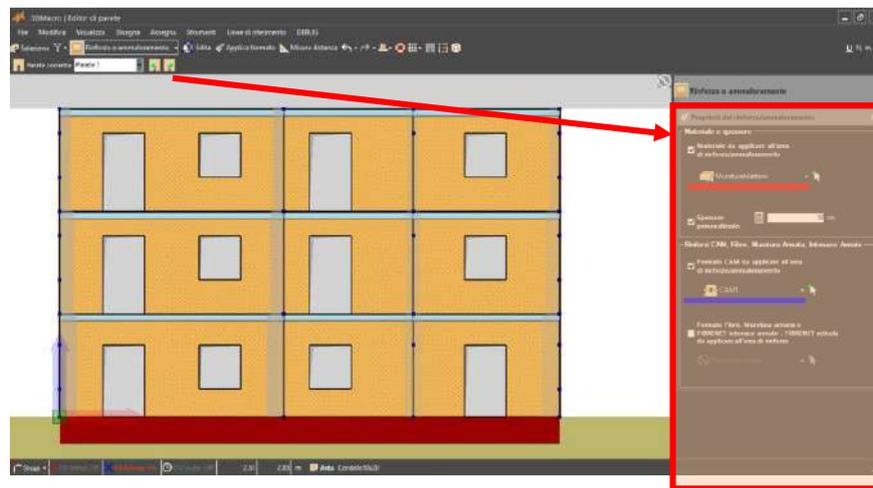


Figura 432. Rinforzo/ammaloramento, pannello di editing delle proprietà

Mediante il pannello delle "Proprietà del rinforzo/ammaloramento" è possibile applicare e assegnarne le proprietà. E' possibile inoltre assegnare e/o modificare (anche contemporaneamente): Muratura da applicare, Spessore, Rinforzo.

Per ciascun rinforzo/ammaloramento, il tipo di rinforzo applicabile può essere uno solo, a scelta tra: CAM, FRP e Fibrenet. La scelta è alternativa: non si possono assegnare, sulla medesima zona contemporaneamente, rinforzi in CAM, FRP, e Fibrenet.

Non è possibile applicare un rinforzo/ammaloramento su un'area che contenga al suo interno una apertura (apertura e rinforzo/ammaloramento sono oggetti che non si possono sovrapporre).

Se si vuole applicare un rinforzo/ammaloramento ad una intera regione, è opportuno assegnare il rinforzo/ammaloramento accedendo al corrispondente comando dal menu contestuale regione piena (cfr. S 6.6.1.2).

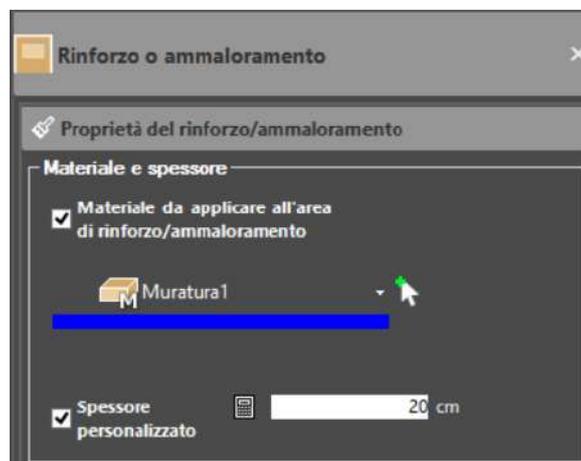


Figura 433. Pannello edit-object di definizione e/o modifica delle caratteristiche materiale o spessore.

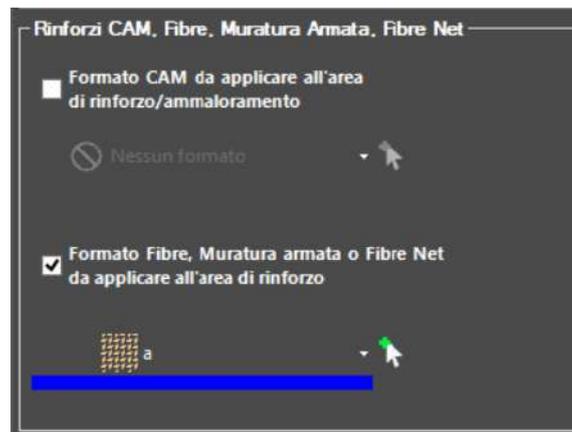


Figura 434. Editing delle caratteristiche del rinforzo (da selezionare alternativamente, scegliendo il rinforzo di tipo CAM o piuttosto quello di tipo Fibre, muratura armata, o Fibre Net)

Il pannello delle "Proprietà del rinforzo/ammaloramento" visualizza l'elenco delle proprietà attribuite al rinforzo e consente inoltre di editarle.

Togliendo il segno di spunta da un rinforzo e/o ammaloramento è possibile eliminare lo stesso.

Selezionando "nessun formato" dal Formato del rinforzo, o eliminando il segno di spunta, il rinforzo viene eliminato. Resta comunque la regione piena tracciata sulla parete. Le cui caratteristiche resteranno uguali a quelle della parete sottostante (se le proprietà del materiale non sono state modificate). La mesh comunque verterà condizionata dalla presenza del rinforzo/ammaloramento.

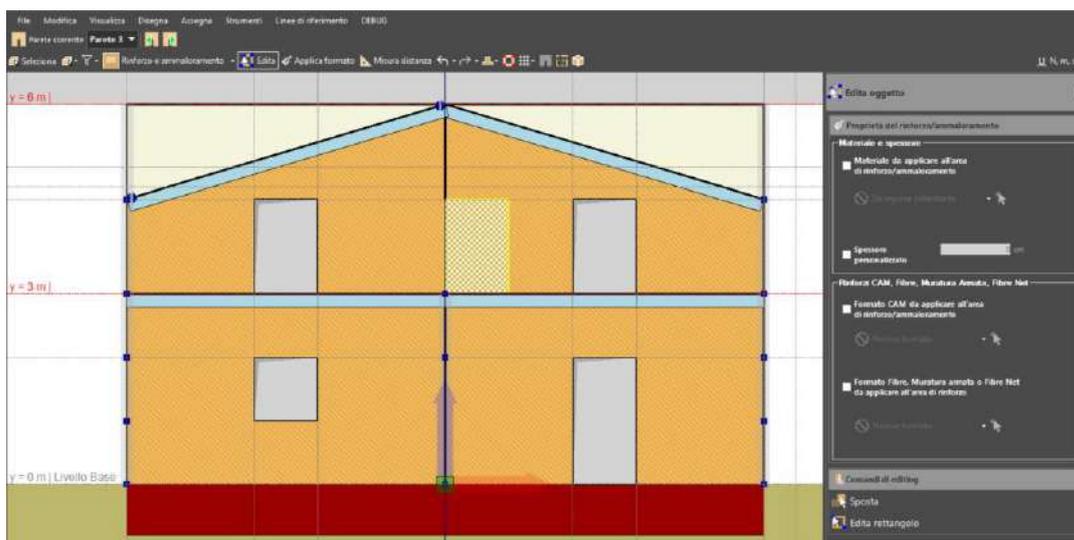


Figura 435. Inserimento di rinforzo/ammaloramento, in cui tutte le proprietà del rinforzo/ammaloramento sono state impostate a "null". In questa condizione, la regione definita serve solo a condizionare la mesh del modello computazionale.



### ATTENZIONE

*L'introduzione di una zona rinforzata/ammalorata comporta il fatto che, allo scopo di tener conto della zona con caratteristiche meccaniche differenti, la mesh verrà opportunamente modificata, esattamente come accade per l'introduzione di un'apertura.*

*Per tale motivo, ove possibile, è bene allineare la zona di rinforzo con gli altri elementi nei suoi pressi (aperture o altre zone di rinforzo), allo scopo di evitare la generazione di elementi distorti.*

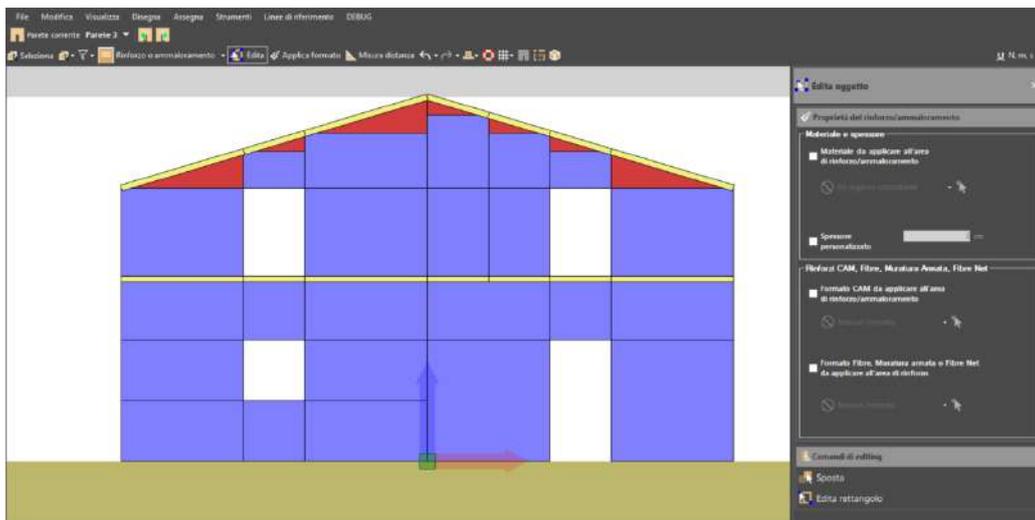


Figura 436. Condizionamento della mesh del modello computazionale a seguito dell'inserimento di un rinforzo/ammaloramento.

#### 6.3.4.5. DISEGNA ASTA

COMANDO: MENU DISEGNA>ASTA

Questo comando consente di disegnare elementi asta nella parete. Le aste possono essere disegnate cliccando nell'area principale gli estremi delle aste.

Gli estremi delle aste possono essere immessi in serie. Disegnata l'ultima asta si dovrà cliccare col tasto destro del mouse e selezionare la voce "termina" dal relativo menu contestuale.

Dal pannello delle proprietà (edit-object) è possibile gestire le modalità di disegno e le proprietà da assegnare all'asta. In alto è possibile selezionare il formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.5.3), da attribuire all'asta. L'elemento-tipo può essere scelto tra quelli disponibili. Inoltre è possibile accedere alla definizione degli elementi-tipo e aggiungerne di nuovi ovvero modificare quelli esistenti.

Dopo aver inserito l'asta, un messaggio chiede all'utente se si vogliono aggiungere automaticamente gli attach (vincoli interni aste) (cfr. § 6.6.4.2) alle estremità delle aste.

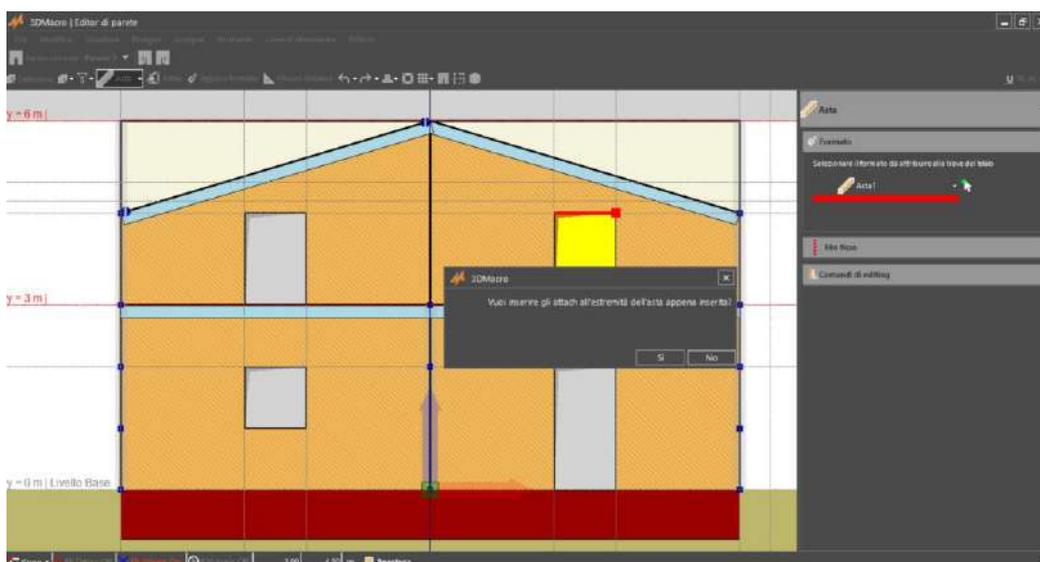


Figura 437. Definizione delle aste e inserimento automatico degli attach (vincoli interni aste)

Il pannello delle proprietà consente di sfruttare alcune opzioni: è possibile modificare (o selezionare in fase di input) il formato, ovvero il corrispondente elemento tipo, tra quelli precedentemente definiti. Cliccando sul pulsante a destra del formato si apre una finestra che consente di visualizzare in uno tutti gli elementi tipo definiti.

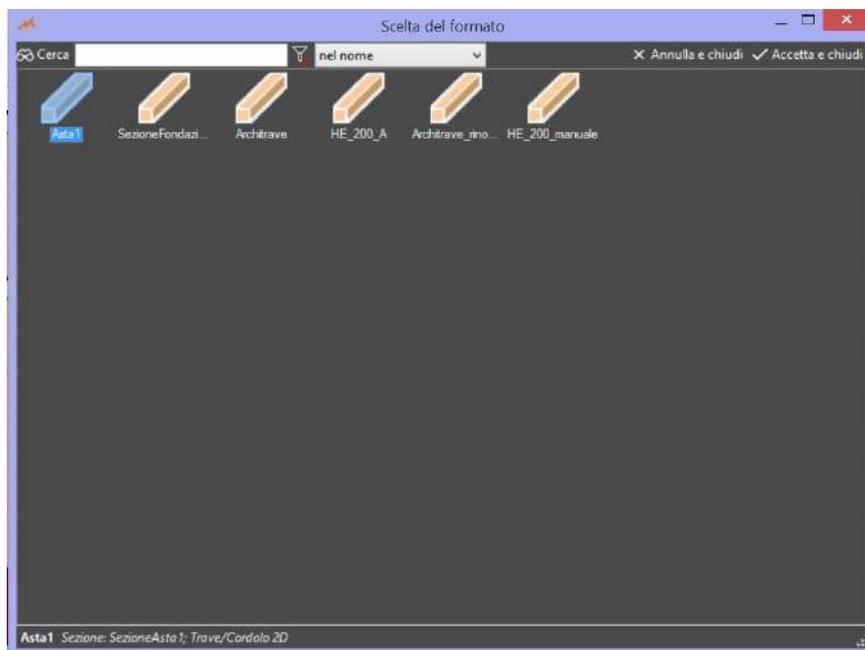


Figura 438. Finestra di selezione del formato (elemento-tipo) delle aste.

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu a tendina con diverse opzioni:

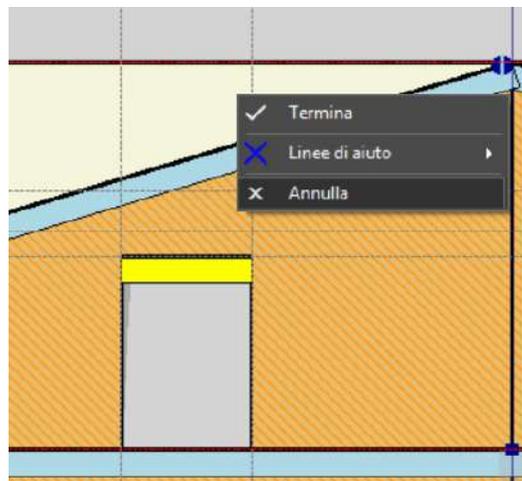


Figura 439. Menu contestuale – aste

- **Termina:** conferma i punti immessi;
- **Linee di aiuto:** apre un sottomenu che consente di tracciare delle linee di aiuto da potersi utilizzare come riferimento per la linea di pianta che si sta disegnando. Abilitando i comandi "Ortho" (F8 da tastiera) è possibile tracciare le linee di pianta (i muri) lungo le direzioni degli assi x e y del sistema di riferimento globale. Abilitando invece il comando "Auto" (F10 da tastiera) vengono tracciate automaticamente delle linee guida (orizzontale e verticale) in corrispondenza dell'ultimo punto tracciato. Lo stato di questi comandi (on-off) viene visualizzato in basso sulla barra delle informazioni.

- **Annulla:** elimina l'immissione dell'ultimo punto.



Figura 440. Barra delle informazioni e stato delle impostazioni di tracciamento dei muri.



### ATTENZIONE

*In corrispondenza delle regioni, un'asta può essere definita tra i vertici di una regione o comunque essere contenuta in un suo lato. All'interno delle tracce di parete le aste possono essere disegnate secondo qualsiasi inclinazione o allineamento.*

#### 6.3.4.6. DISEGNA PILASTRO

##### COMANDO: MENU DISEGNA> PILASTRO

Questo comando consente di disegnare elementi pilastro nella parete. I pilastri possono essere disegnati cliccando nell'area principale i punti che definiscono i suoi estremi.

Gli estremi delle pilastro possono essere immessi in serie. Disegnata l'ultimo pilastro si dovrà cliccare col tasto destro del mouse e selezionare la voce "termina" dal relativo menu contestuale.

Dal pannello delle proprietà (edit-object) è possibile gestire le modalità di disegno e le proprietà da assegnare al pilastro. In alto è possibile selezionare il formato (o elemento-tipo, cfr.§4.3.5.3), da attribuire al pilastro. L'elemento-tipo può essere scelto tra quelli disponibili. Cliccando sul tasto a destra, si apre la finestra di selezione del formato, su cui vengono elencati i formati (elementi-tipo) precedentemente definiti per i pilastri.



### ATTENZIONE

*Le aste possono essere disegnate secondo qualsiasi inclinazione o allineamento. Non è necessario che l'asta insista su una regione esistente. Essa può essere tracciata in qualunque posizione (anche se nell'altro ambiente di input piano – l'input di impalcato – non era stato preventivamente definita una linea di pianta. Quest'ultima fa parte della nuova gestione degli editor di impalcato e di parete nella versione 4 di 3DMacro.*

*I pilastri possono essere disegnati solo in direzione verticale. Non è possibile disegnare un pilastro inclinato.*

Nel corso dell'immissione dei punti, cliccando col tasto destro sulla finestra di lavoro principale, comparirà un menu a tendina con diverse opzioni:

- **Termina:** conferma i punti immessi;
- **Linee di aiuto:** apre un sottomenu che consente di tracciare delle linee di aiuto da potersi utilizzare come riferimento per la linea di pianta che si sta disegnando. Abilitando i comandi "Ortho" (F8 da tastiera) è possibile tracciare le linee di pianta (i muri) lungo le direzioni degli assi x e y del sistema di riferimento globale. Abilitando invece il comando "Auto" (F10 da tastiera) vengono tracciate automaticamente delle linee guida (orizzontale e verticale) in corrispondenza dell'ultimo punto tracciato. Lo stato di questi comandi (on-off) viene visualizzato in basso sulla barra delle informazioni.
- **Annulla:** elimina l'immissione dell'ultimo punto.



Figura 441. Inserimento Pilastro e Menu contestuale



Figura 442. Barra delle informazioni

#### 6.3.4.7. DISEGNA LINEA DI TAGLIO

**COMANDO: MENU DISEGNA> LINEA DI TAGLIO**

Il comando consente di creare linee di taglio della mesh e personalizzare localmente la mesh del modello computazionale.

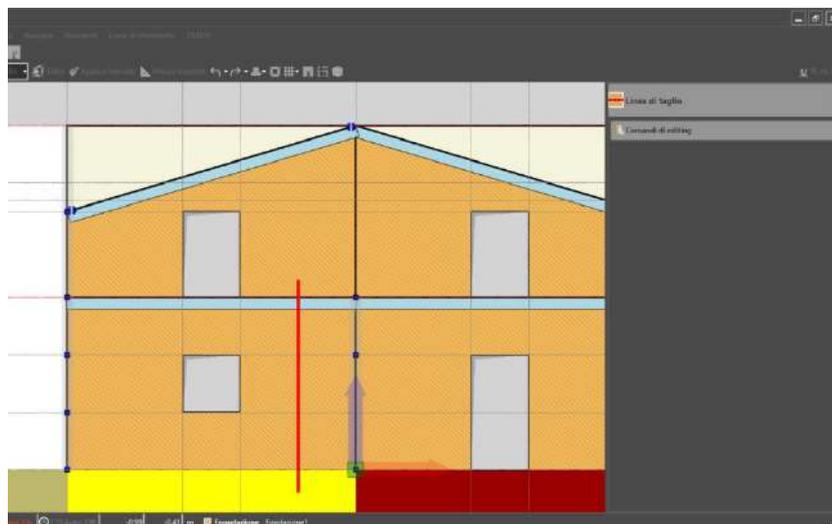


Figura 443. Crea linea di taglio della mesh (visualizzazione modello geometrico)

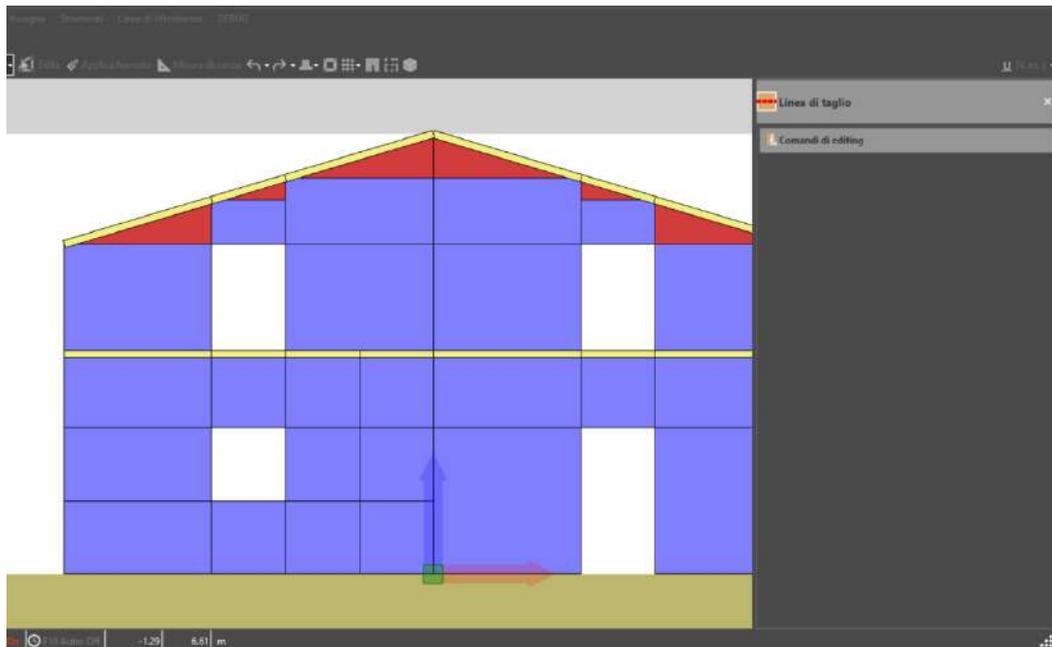


Figura 444. Crea linea di taglio della mesh (visualizzazione modello computazionale)

#### 6.3.4.8. DISEGNA CEROTTO

COMANDO: MENU DISEGNA > CEROTTO

Il comando consente di unire due macro-elementi adiacenti, mediante un elemento di unione degli elementi della mesh (detto cerotto). Questa operazione condiziona la creazione della mesh e la generazione del modello computazionale.

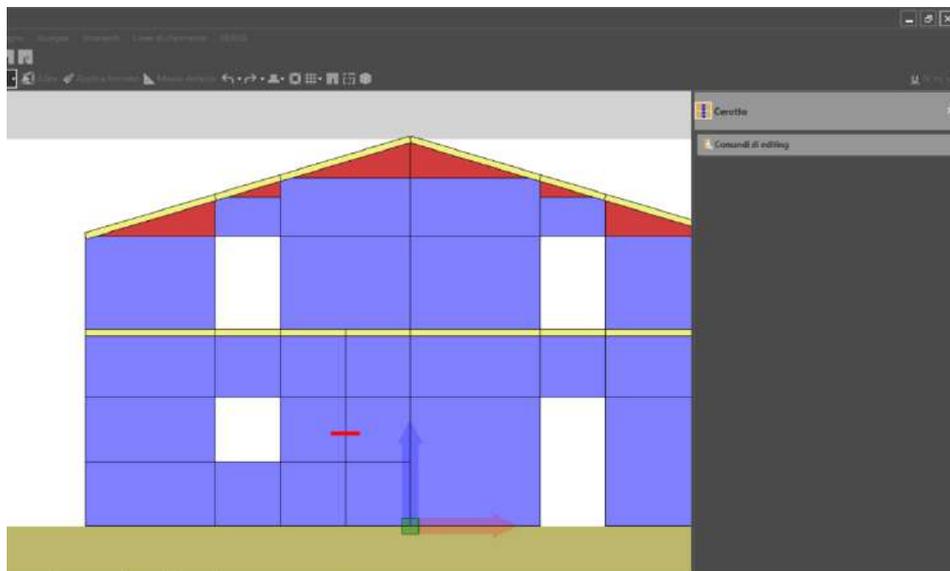


Figura 445. Crea cerotto – visualizzazione del modello computazionale

### 6.3.5. MENU ASSEGNA

#### 6.3.5.1. ASSEGNA CARICO PUNTUALE

COMANDO: MENU ASSEGNA > CARICO PUNTUALE

Questo comando consente di assegnare un carico puntuale. Esso può essere assegnato in qualunque punto. Non è necessario assegnare il carico in corrispondenza di un nodo esistente.

Dopo aver selezionato il comando Assegna > Carico Puntuale, nel pannello di editing oggetto sulla destra è possibile selezionare il Carico (Formato). Quindi, portandosi con il mouse all'interno dell'ambiente grafico di modellazione, selezionare il punto ove si vuole assegnare il carico. Tracciare la linea che definisce la direzione e individuare il verso (tracciando la linea verso il basso o verso l'alto). Il carico di punto resta così assegnato e visualizzato mediante una freccia.

E' possibile modificare il carico (orientamento e intensità), in modalità seleziona, selezionando il carico puntuale e accedendo alle opzioni del menu contestuale. Si rimanda alla descrizione dettagliata nella modalità Seleziona.

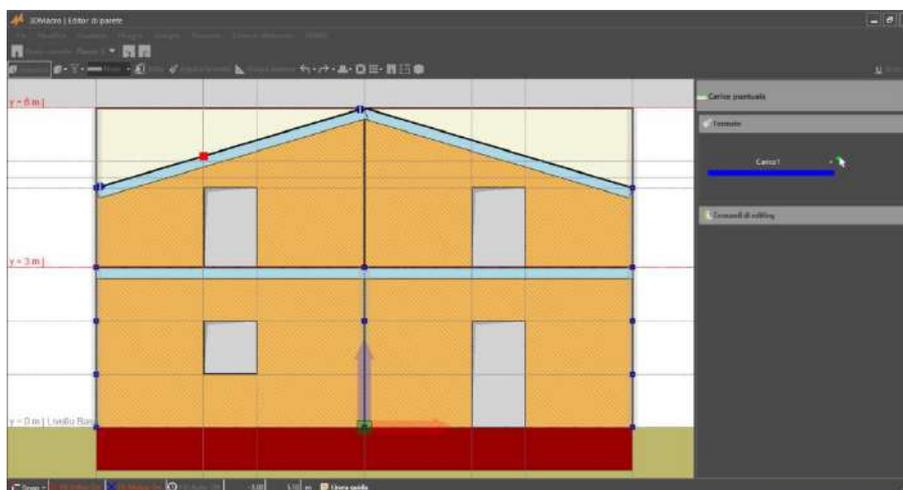


Figura 446. Assegna carico puntuale – Individuazione del punto in cui inserire il carico.

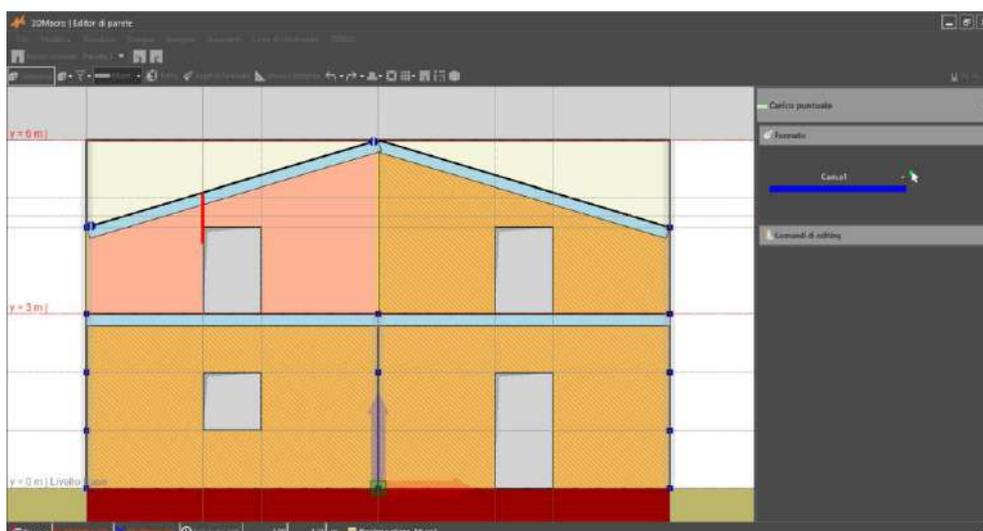


Figura 447. Assegna carico puntuale – Tracciamento della direzione e del verso del carico.

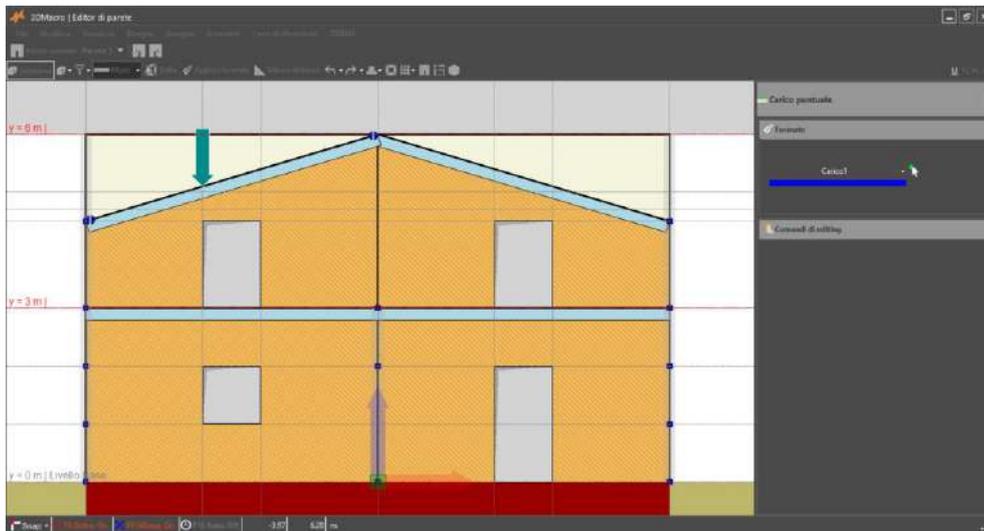


Figura 448. Assegna carico puntuale – Carico di punto.

### 6.3.6. MENU STRUMENTI

Questo menu consente di disporre di strumenti utili nella fase di creazione del modello.



Figura 449. Menu Strumenti

In particolare sono disponibili i seguenti comandi:

- Calcolatrice:** apre la calcolatrice, che consente di calcolare semplici espressioni.
- Misura distanza:** consente di misurare la distanza tra due punti, muovendosi all'interno dell'area grafica, come in ambiente CAD.

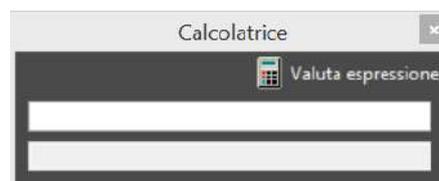


Figura 450. Strumento calcolatrice

### 6.3.7. MENU LINEE DI RIFERIMENTO

Questo menu agevola la gestione delle linee di riferimento. Consente in particolare di visualizzarle, nasconderele, eliminarle o bloccare la modifica e di importarle da file DXF.

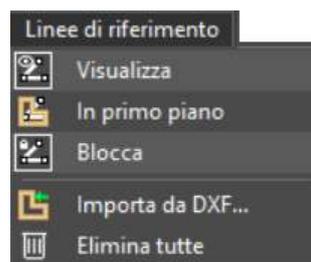


Figura 451. Menu Linee di Riferimento

### 6.3.7.1. VISUALIZZA

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>VISUALIZZA

Il comando Visualizza consente di mostrare o nasconderle le linee di riferimento presenti.

### 6.3.7.2. IN PRIMO PIANO

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>IN PRIMO PIANO

Questo comando porta in primo piano le linee di riferimento presenti.

### 6.3.7.3. BLOCCA

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>BLOCCA

Quando è attivata questa modalità non è possibile ne selezionare, né editare le linee di riferimento.

### 6.3.7.4. IMPORTA DA DXF

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO>IMPORTA DA DXF

Attraverso questo comando è possibile importare disegni CAD 2D, rappresentativi della pianta dell'impalcato corrente in formato DXF. Cliccando sul comando si apre una finestra di selezione nella cartella di lavoro corrente, da cui è possibile selezionare il file DXF. È importante seguire le seguenti regole pratiche per una importazione efficace:

Prima di importare il file DXF, occorre apportare le seguenti modifiche, mediante il vostro software CAD:

- E' opportuno posizionare l'origine del sistema di riferimento, del disegno CAD, in uno dei vertici (o punti noti) del disegno da importare.
- E' necessario cancellare disegni ed immagini contigue al disegno da importare, mantenendo solo ciò che è effettivamente utile per la modellazione strutturale.
- Prima di importare il file DXF è necessario chiudere il file che si vuole importare.

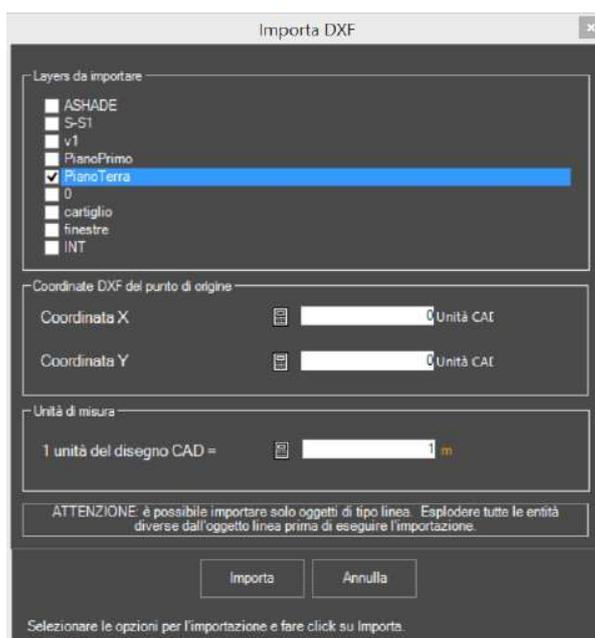


Figura 452. Finestra di assegnazione dei carichi



### ATTENZIONE

*3DMacro® importa dal disegno in formato DXF soltanto gli oggetti "linea". Il disegno non deve contenere blocchi. Pertanto è necessario, prima di importare il file DXF, selezionare la pianta ed esplodere tutto, in modo che il disegno sia costituito solo da oggetti linea.*

Dopo aver selezionato il file DXF si apre una finestra che contiene i seguenti comandi:

- **Layers da importare:** questo comando visualizza l'elenco completo dei layers presenti nel file DXF selezionato. È possibile importare gli oggetti contenuti in determinati layers spuntando le corrispondenti caselle di opzione.
- **Coordinate DXF del punto di origine:** consente di specificare le coordinate (esprese nelle unità di misura CAD del file che si sta importando) del punto nel file DXF, che si vuole impostare come origine del sistema di riferimento globale.
- **Unità di misura del disegno DXF:** in questa casella di testo è necessario specificare a quanti cm (ovvero metri, mm, pollici), corrisponde l'unità di misura CAD del disegno in formato DXF.
- **Importa:** questo comando conferma quanto è contenuto nella finestra e avvia l'importazione del disegno DXF. Una volta completata la procedura di importazione le linee del disegno DXF saranno trattate alla stregua delle linee di riferimento.
- **Annulla:** questo comando annulla la procedura di importazione da file DXF.

#### 6.3.7.5. ELIMINA TUTTE

COMANDO: MENU LINEE DI RIFERIMENTO > ELIMINA TUTTE

Elimina con un solo comando tutte le linee di riferimento.

## 6.4. BARRA DI GESTIONE DELLA VISUALIZZAZIONE DELLE PARETI

Questo menu consente una rapida gestione delle modalità di visualizzazione delle pareti, di spostarsi rapidamente da una parete ad un'altra, mediante l'utilizzo di una finestra di navigazione delle pareti (o più in generale delle linee di pianta) (Wall navigator) e di invertire la vista della parete sul prospetto opposto.



Figura 453. Barra per la gestione della visualizzazione delle pareti.

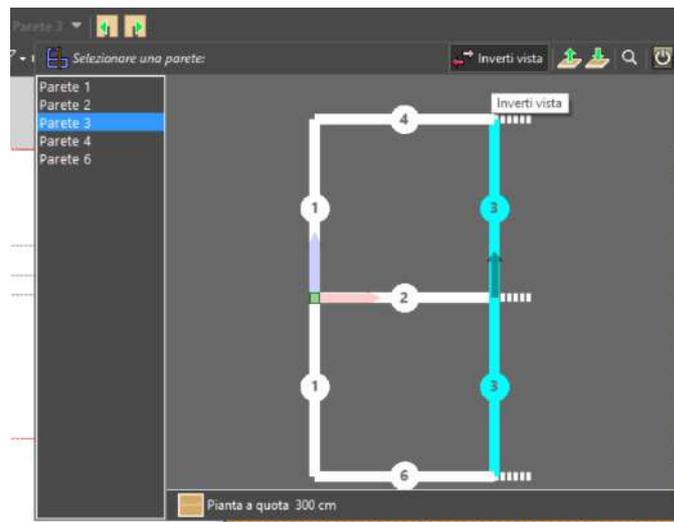


Figura 454. Wall Navigator – Selezione di una parete.

Sul Wall Navigator le pareti sono individuate dal loro ID. Viene anche visualizzato il versore che individua il verso di definizione della parete (asse x del sistema di riferimento locale della parte). Nell'ambiente principale della finestra di editing delle pareti viene mostrata la parete selezionata, vista da un osservatore che guarda la parete rivolto nel verso positivo dell'asse y del riferimento locale della parete.

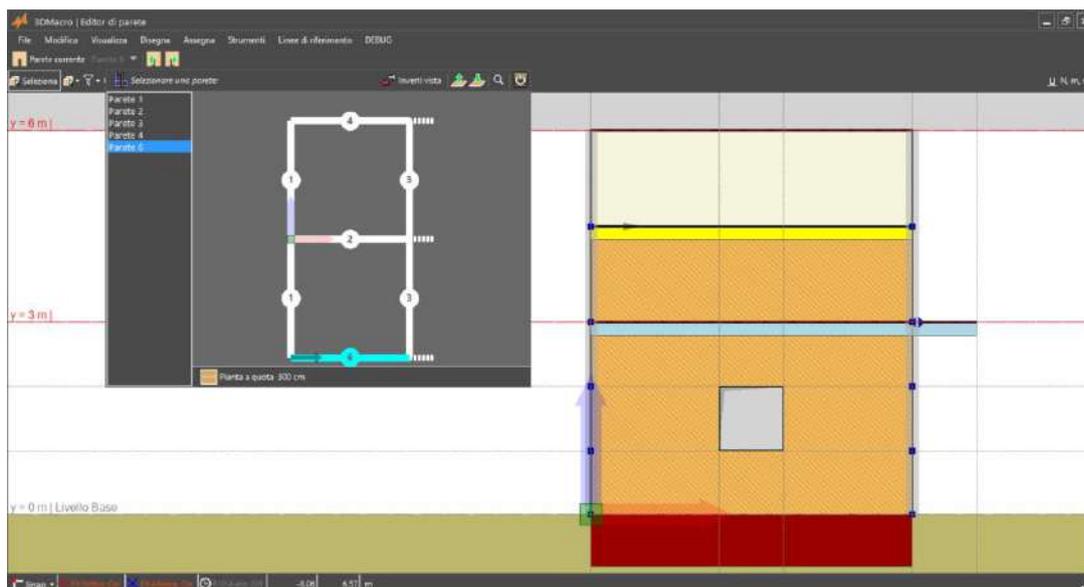
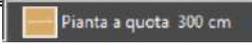


Figura 455. Wall Navigator – La parete selezionata è stata definita da sinistra verso destra, pertanto il lato di visualizzazione nell'editor di parete è quello esterno.

La barra contiene i seguenti comandi:

- Il primo menu a tendina corrisponde al "wall navigator", che consente di navigare le pareti del modello e selezionare quella che si vuole visualizzare, tra quelle già immesse.
- Le due icone successive  consentono rispettivamente di visualizzare le pareti precedente e successiva, rispetto a quella corrente.
- L'icona  consente di visualizzare la parete dal lato opposto.

- I comandi  consentono di navigare i livelli e selezionare la parete che si vuole visualizzare nell'editor di pareti. La quota corrente viene indicata in basso alla finestra di Wall navigator .
- Il comando  (zoom tutto) consente di visualizzare tutta la pianta (e quindi tutte le pareti selezionabili). Per ingrandire e ridurre o spostare ("zoom & pan") utilizzare il mouse.
- Il comando  chiude la finestra di Wall navigator.

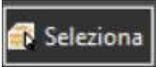
## 6.5. BARRA DEI COMANDI RAPIDI

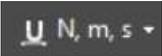
Questa barra contiene i comandi che l'utente si troverà ad utilizzare con maggiore frequenza. E' possibile infatti gestire le modalità di lavoro, accedere agli strumenti di disegno, e a quelli per l'assegnazione delle proprietà.



Figura 456. Barra dei comandi rapidi

I comandi disponibili nella barra dei comandi rapidi sono:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Seleziona:</b> Se attivo, consente di impostare la modalità di Selezione (cfr. § 6.5.1.1). Tale modalità di lavoro è alternativa a quella di Editing.
	<b>Menu a tendina "Crea...":</b> consente di accedere velocemente ad alcuni comandi del menu disegna (cfr. § 5.3.4).
	<b>Edita:</b> Se attivo, consente di impostare la modalità Edita (cfr. § 6.5.1.2). Tale modalità di lavoro è alternativa a quella di Selezione.
	<b>Incolla formato:</b> Attiva il box incolla formato per assegnare a tutti gli elementi presenti (murature, setti in c.a., aste, pilastri, solai, fondazioni) il relativo elemento-tipo (cfr. § 4.3.4).
	<b>Misura distanza:</b> Attiva la procedura per misurare la distanza tra punti (cfr. § 6.5.4).
	<b>Annulla:</b> annulla, una o più, delle ultime operazioni effettuate (cfr. § 6.3.2.1).
	<b>Fondazioni:</b> mediante i comandi disponibili da questo menu a tendina è possibile generare elementi fondazione alla base di tutte le linee di pianta della quota corrente. Questo comando non può essere utilizzato dall'editor di parete. Passare all'editor di impalcati.
	<b>Ammorsamenti d'angolo (o corner):</b> aggiunge ammorsamenti d'angolo in corrispondenza di tutte le intersezioni di pareti. Questo comando può essere utilizzato solo da editor di impalcati.
	<b>Crea Griglia semplice:</b> Consente di modificare le linee guida o di creare una griglia semplice (cfr. § 6.3.4.1 e § 6.3.4.2).

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Passa a Plan Builder:</b> apre l'ambiente di modellazione per impalcati.
	<b>Unità di misura:</b> Consente di sostituire le unità di misure selezionate con una tra quelle disponibili.
	<b>Torna a modello 3D:</b> Chiude l'editor di pianta accettando le modifiche effettuate, senza salvare i dati su file (per salvare i dati su file, occorre utilizzare il comando Salva, disponibile sull'ambiente principale del programma, dal menu File).

### 6.5.1. MODALITÀ “SELEZIONA” ED “EDITA”

Queste due modalità di lavoro, consentendo operazioni differenti, sono alternative l'una all'altra. Possono essere attivate cliccando su uno dei seguenti due tasti presenti nella barra dei comandi rapidi.



Figura 457. Icone delle modalità 'Seleziona' ed 'Edita'

#### 6.5.1.1. MODALITÀ SELEZIONA

Quando questa modalità viene attivata è possibile selezionare uno o più elementi, anche appartenenti a categorie diverse, ed è possibile accedere al menu contestuale e ai comandi che esso consente di utilizzare.

Per selezionare più elementi si può cliccare una volta col tasto sinistro e spostare il mouse in modo da tracciare una finestra che contenga gli elementi da selezionare, quindi cliccare una seconda volta col tasto sinistro nel punto desiderato. Alternativamente è possibile selezionare gli oggetti singolarmente, tenendo premuto il tasto SHIFT (o MAIUSCOLO) della tastiera e cliccando col tasto sinistro sugli stessi in modo da aggiungerli alla selezione.

Operando in questa modalità, inoltre, è possibile accedere, selezionando ciascun elemento dall'ambiente di modellazione per pareti, al rispettivo menu contestuale (cfr. § 6.6.1) ed editare l'oggetto.

#### 6.5.1.2. MODALITÀ EDITA

Quando questa modalità viene attivata si aprirà automaticamente la finestra delle proprietà. È possibile selezionare un elemento per volta e accedere alle funzioni che consentono di modificare le proprietà geometriche e le assegnazioni dell'oggetto selezionato.

##### 6.5.1.2.1. EDITA MURO (O REGIONE)

Si riporta di seguito un semplice esempio su come modificare un muro (o nello specifico una regione piena). Come si vede nella figura seguente, è stato tracciato un muro rettangolare, successivamente è stata attivata la modalità di lavoro Edita. Avuto accesso al pannello delle proprietà, che si apre sulla destra, è possibile modificare graficamente la regione selezionata.

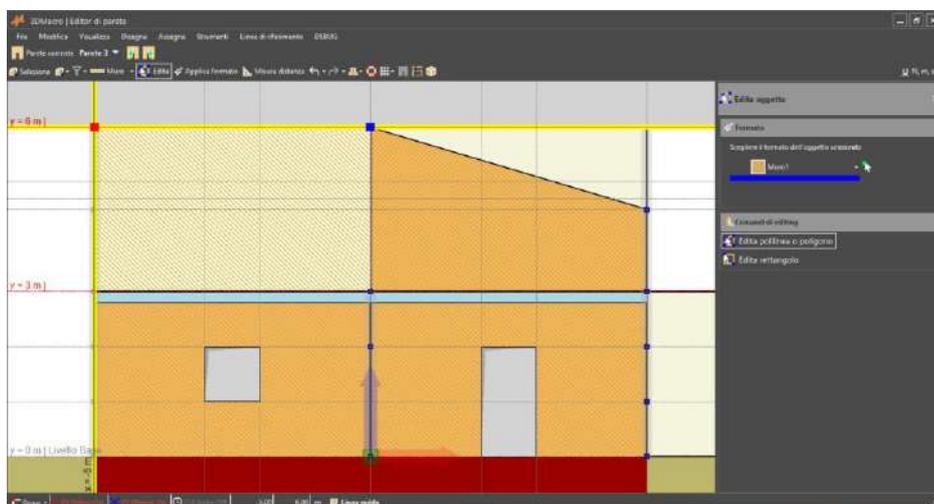
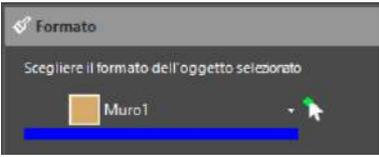


Figura 458. Modalità di editing di una regione piena dall'editor di parete

I comandi disponibili nel pannello delle proprietà dell'oggetto selezionato sono:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p>Cambia il formato (elemento-tipo cfr. §4.3.5.1) del muro.</p>

E' inoltre possibile editare in modo rapido la geometria, selezionando una delle opzioni seguenti:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Edita polilinea o poligono:</b> Modifica il perimetro della regione piena selezionata. Per editare il poligono è necessario selezionare uno dei vertici del poligono e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse trascinarlo verso l'interno o l'esterno della regione, modificando così la regione stessa e la sua forma.</p>

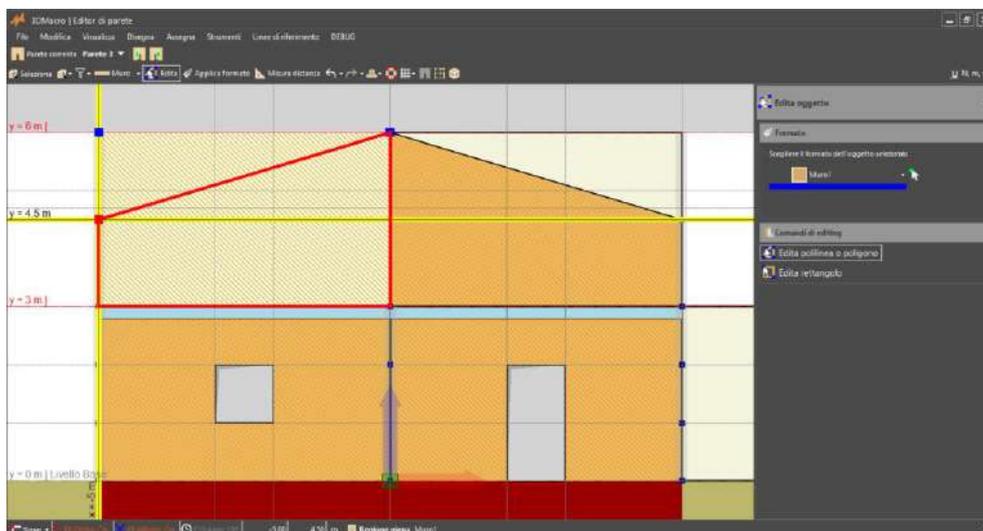


Figura 459. Editing di una regione piena, in modalità "Edita. Modifica del poligono e creazione di un timpano in copertura.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Edita rettangolo:</b> permette la modifica delle dimensioni della regione, scalando l'oggetto selezionato, ma mantenendo la sagoma rettangolare. È necessario selezionare uno dei suoi vertici e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse trascinarlo verso l'interno o l'esterno della regione, modificando così la regione stessa.</p>

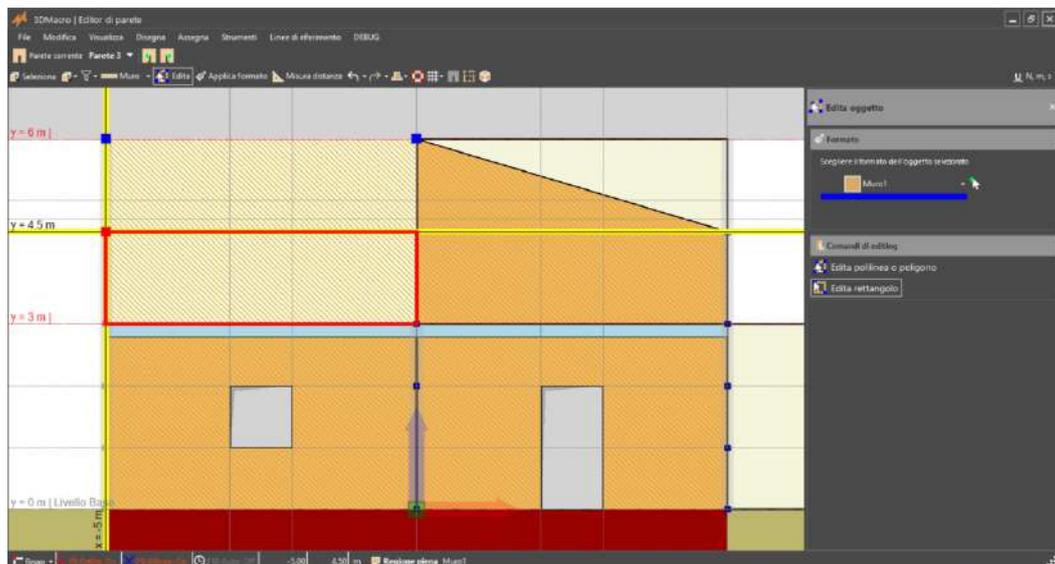
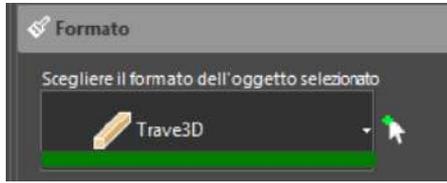


Figura 460. Editing di una regione rettangolare, in modalità "edita rettangolo"

#### 6.5.1.2.2. EDITA ASTA

Di seguito sono riportati i comandi disponibili in modalità edita per le aste, che è possibile modificare, utilizzando uno dei comandi di seguito descritti.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Formato:</b> cambia il formato (elemento-tipo cfr. § 4.3.5.3) dell'asta.</p>
	<p><b>Sposta:</b> muove l'oggetto selezionato traslandolo.</p>
	<p><b>Edita la linea singola:</b> svincola la linea dagli altri elementi con i quali è a contatto.</p>
	<p><b>Spezza in un punto:</b> suddivide l'elemento asta selezionato in due aste, spezzando l'asta in un punto.</p>

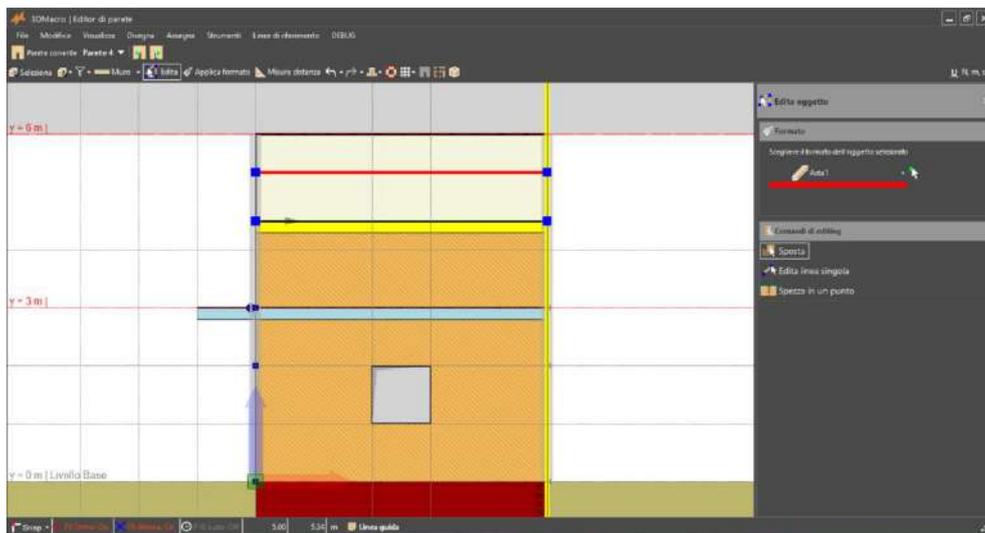


Figura 461. Modalità di editing di un'asta da Editor di Parete: Sposta.

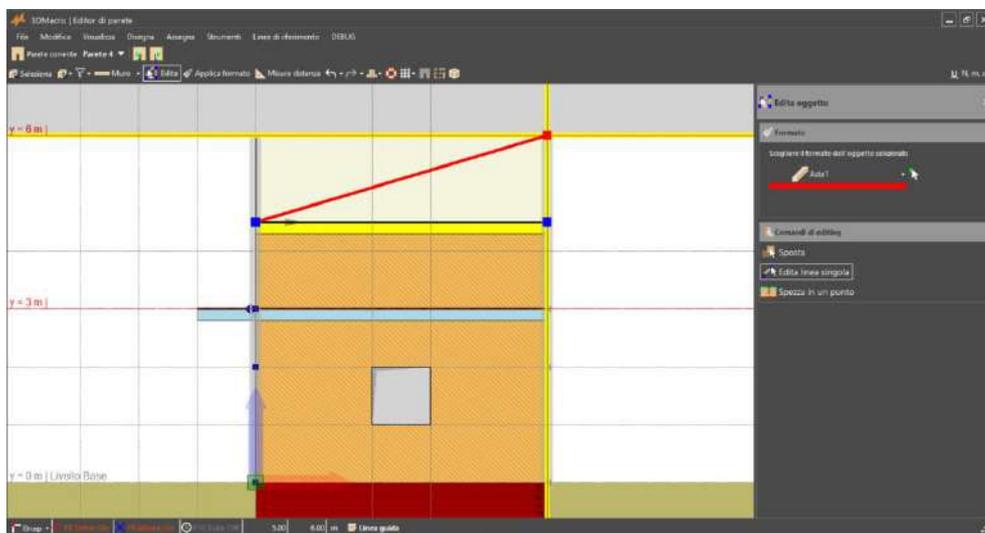


Figura 462. Modalità di editing di un'asta da Editor di Parete. Edita linea singola

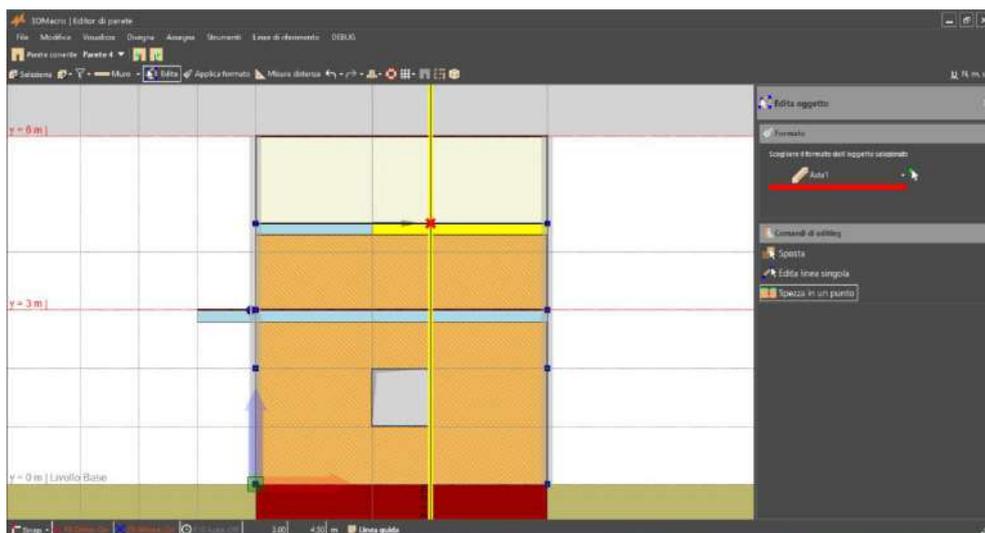
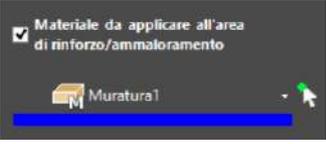
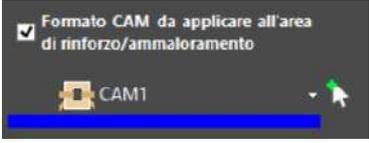
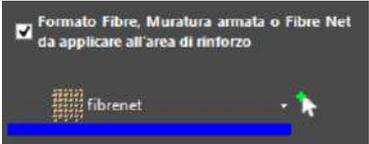
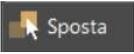


Figura 463. Modalità di editing di un'asta da Editor di Parete. Spezza in un punto.

### 6.5.1.2.3. EDITA RINFORZO/AMMALORAMENTO

Di seguito sono riportati i comandi disponibili in modalità edita per i rinforzi/ammaloramenti (ivi inclusi gli archi sopra le aperture) che è possibile modificare, utilizzando uno dei comandi di seguito descritti.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Materiale:</b> cambia il materiale da applicare all'area di rinforzo o ammaloramento, ovvero il materiale da applicare alla regione (o arco) che si vuole editare.
	<b>Spessore:</b> cambia lo spessore della regione (o arco) selezionata, che si vuole editare.
	<b>Formato CAM:</b> cambia il formato del rinforzo di tipo CAM da applicare alla regione selezionata che si vuole editare.
	<b>Formato Fibre, Muratura armata o Fibre Net:</b> cambia il formato del rinforzo di tipo Fibre, Muratura Armata o Fibre Net, da applicare alla regione selezionata che si vuole editare.
	<b>Sposta:</b> muove l'elemento selezionato, trasladandolo.
	<b>Edita rettangolo:</b> modifica il rettangolo che definisce la regione rinforzata / ammalorata. Questo comando, nel caso specifico di un arco sopra l'apertura, consente di ribassare o allungare l'arco, riducendo o aumentando la altezza del rettangolo che include l'arco.

#### 6.5.1.2.1. EDITA APERTURA

Di seguito sono riportati i comandi disponibili in modalità edita per le aperture.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Sposta:</b> muove l'elemento selezionato, trasladandolo.
	<b>Edita rettangolo:</b> modifica il rettangolo che definisce la l'apertura. E' possibile modificare la geometria della apertura, variando le dimensioni del rettangolo che la definisce.

#### 6.5.2. CREA OGGETTO

Accedendo al comando crea (sulla barra dei comandi frequenti) si possono rapidamente eseguire comandi contenuti all'interno del menù disegna (cfr. § 6.3.4) ed ad altri specifici di questo comando.

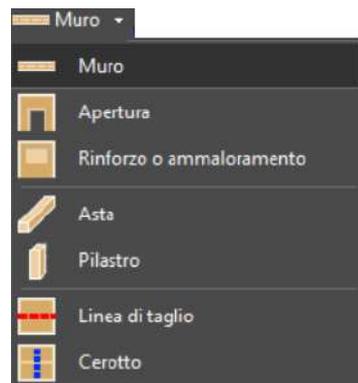


Figura 464. Menu a tendina "Crea...".

Si possono eseguire comandi di generazione relativi a elementi piani (muri / setti) e lineari (travi e pilastri). Sono raggruppati altresì comandi di gestione delle mesh e di carico di punto.

I comandi sono quindi i seguenti:

- 
 **Crea Muro.** Crea una regione piana. Il comando è ampiamente descritto nei capitoli precedenti e relativi al menù disegna (cfr. § 6.3.4.2). Ricordiamo che con la versione 4 di 3DMacro non è più richiesta la presenza di una traccia parete, precedentemente creata dall'editor di pianta, per poter definire una regione piena (muro). L'input di un muro dall'editor di parete è sganciato dalla presenza di una traccia.
- 
 **Crea Apertura.** Crea un'apertura. Il comando è ampiamente descritto nei capitoli precedenti e relativi al menù disegna (cfr. § 6.3.4.3).
- 
 **Crea Rinforzo o Ammaloramento.** Crea una zona oggetto di rinforzo o ammaloramento localizzato. Il comando è ampiamente descritto nei capitoli precedenti e relativi al menù disegna (cfr. § 6.3.4.4).
- 
 **Crea Asta.** Crea un elemento lineare quale una trave, un cordolo o più in generale un'asta. Il comando è ampiamente descritto nei capitoli precedenti e relativi al menù disegna (cfr. § 6.3.4.5).
- 
 **Crea Pilastro.** Crea un elemento pilastro 3D. Il comando è ampiamente descritto nei capitoli precedenti e relativi al menù disegna (cfr. 6.3.4.6)
- 
 **Crea Cerotto.** Il comando permette di gestire eventuali suddivisioni delle mesh generate automaticamente, che l'utente ritiene non essere in linea con le sue scelte. Mediante questo comando è possibile "risaldare" due elementi mesh, collegandole.
- 
 **Crea Linea di taglio.** Crea linee di divisione della mesh personalizzate. L'utente, a mezzo di detto comando, può generare ulteriori divisioni della mesh. Le linee di divisione devono essere orizzontali o verticali.

Quando si ricorre a questa funzione il pannello delle proprietà mostrerà una lista dei formati disponibili (ossia gli elementi tipo precedentemente definiti, cfr. § 4.3.4) per ciascuna categoria di elementi selezionata. Dal menu a discesa “Visualizza formati per” selezionare l’elemento di cui applicare il formato. Gli elementi a cui è possibile assegnare un formato (o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), sono: Murature e Setti in c.a. (elemento tipo muratura o setti in c.a., cfr. § 4.3.5.1), le Aste (elemento tipo aste, cfr. § 4.3.5.3) e Fondazioni. Cliccando su uno dei nomi dei formati disponibili è possibile accedere direttamente alla finestra per la definizione dell’elemento-tipo selezionato, modificando o eliminando gli esistenti, o aggiungendone di nuovi.

Per assegnare l’elemento-tipo desiderato agli elementi presenti nell’editor di parete, occorre prima cliccare sul bottone “seleziona formato”, e poi selezionare l’elemento/i contenuto/i nella finestra principale, che si intende modificare.

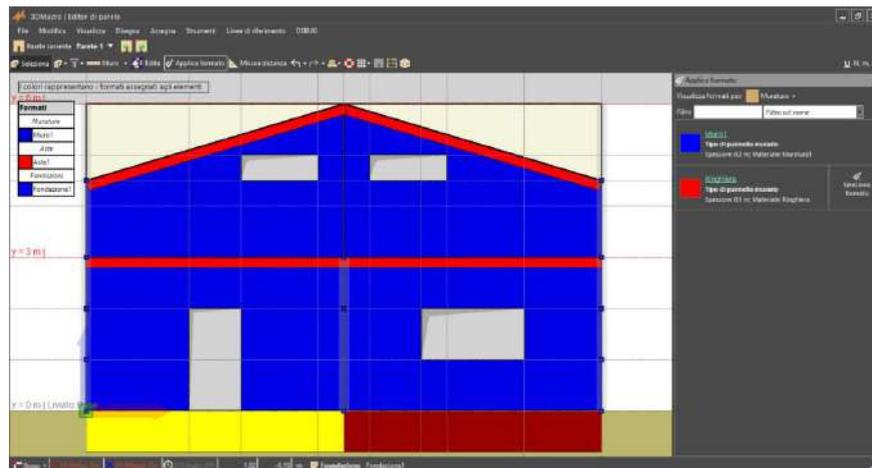


Figura 465. Applica formato – Murature.

#### 6.5.4. MISURA DISTANZA

Questo comando consente di misurare la distanza tra due punti. I punti possono essere selezionati cliccando sulla finestra principale. Le distanze vengono visualizzate nell’area grafica, a fianco all’ultimo punto selezionato.

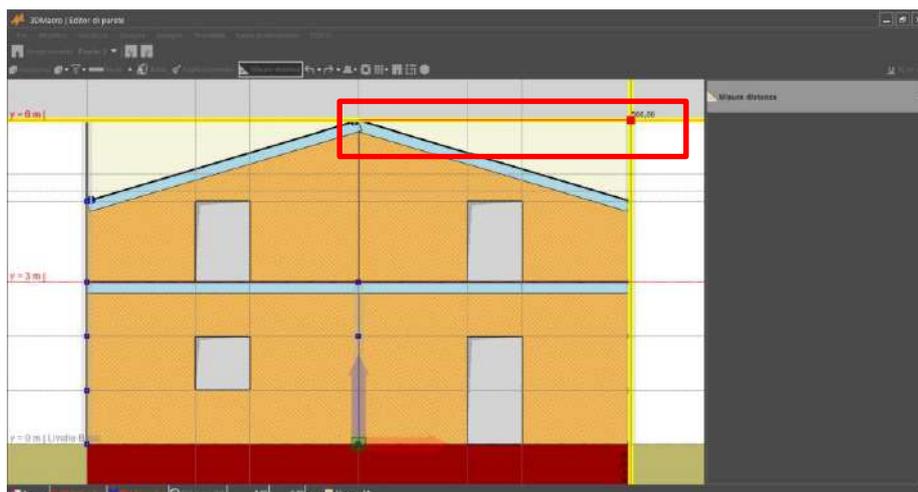


Figura 466. Misura distanze da editor di parete.

## 6.6. FINESTRA PRINCIPALE EDITOR PARETI

La finestra principale di lavoro consente di immettere la geometria in modo semplice ed immediato, e di verificare la correttezza delle opzioni selezionate. Oltre al menu principale e alla barra dei comandi rapidi, è possibile sfruttare i menu contestuali, cui si accede cliccando col tasto destro sulla finestra principale di editor pareti.

In base alla selezione corrente verranno visualizzati una serie di comandi, suddivisi per categorie di elementi. Per ciascun elemento è disponibile una lista di comandi.

### 6.6.1. MENU CONTESTUALE

L'accesso a questo menu consente di attivare comandi inerenti gli oggetti al momento presenti nella selezione. Occorre pertanto distinguere tra i possibili oggetti presenti nella selezione. Se sono presenti oggetti appartenenti a categorie diverse, sarà possibile accedere ai comandi di ciascuna di queste categorie.

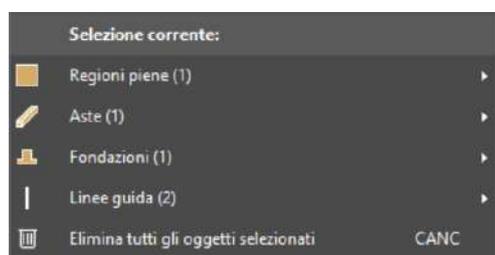


Figura 376. Menu contestuale.

Il menu presenta nella prima parte tante voci, quanti sono gli elementi selezionati, con l'indicazione del tipo di elemento e riportato tra parentesi il numero di elementi in selezione. Per le voci affiancate da una freccia è inoltre disponibile uno sotto-menu contestuale, con i comandi specifici per ciascuna tipologia, le cui funzionalità verranno spiegate nei successivi sottoparagrafi.

A prescindere dalla tipologia degli elementi selezionati nella pianta, è sempre disponibile il comando:

-  **Elimina tutti gli oggetti selezionati:** Elimina tutti gli oggetti selezionati, qualsiasi sia la categoria di appartenenza (accessibile anche col comando rapido **CANC** da tastiera).



### ATTENZIONE

*Il menu contestuale della finestra principale di editor pareti è accessibile solo in modalità **Seleziona**.*

#### 6.6.1.1. MENU CONTESTUALE LINEE GUIDA

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stato selezionato una linea guida (orizzontale o verticale) sono i seguenti:

-  **Elimina:** Elimina tutte le linee guida presenti in selezione;
-  **Offset...:** apre la finestra per impostare la copia parallela della linea guida selezionata. Tale comando è disponibile nel caso sia stata selezionata una sola linea guida.



Figura 467. Menu contestuale per le linee guida.

#### 6.6.1.1.1. OFFSET DELLA LINEA GUIDA

La finestra offset della linea guida permette all'utente di impostare i dati per la copia parallela della linea guida selezionata, detta anche "**linea di origine**". I comandi disponibili sono:

- **Distanza:** la distanza tra le linee guida, nell'unità di misura specificata;
- **Numero di copie:** il numero di copie della linea guida;
- **Mantieni originale:** questa opzione, se disattivata, cancella la linea guida selezionata per eseguire l'operazione di offset;

Nel riquadro "**Dopo aver eseguito l'offset**" è possibile scegliere una delle seguenti opzioni:

- **Chiudi questa finestra:** selezionando questa opzione chiude la finestra corrente dopo aver cliccato su uno dei seguenti bottoni.
- **Mantieni la linea di origine** corrente: questa opzione, se attiva, non permette la chiusura della finestra corrente dopo aver cliccato su uno dei seguenti bottoni, mantenendo come linea di origine quella selezionata.
- **Usa come linea di origine la linea** creata: questa opzione, se attiva, non permette la chiusura della finestra corrente dopo aver cliccato su uno dei seguenti bottoni, impostando come linea di origine quella creata per ultimo. Esempio: nel caso il numero di copie sia pari a 3, imposta come linea di origine la terza linea copiata.

Inoltre in basso sono disponibili (in base al tipo di linea selezionata, orizzontale o verticale), altri bottoni che consentono di completare l'operazione di offset:

- **A sinistra:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida a sinistra rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida verticali);
- **A destra:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida a destra rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida verticali);
- **In basso:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida in basso rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida orizzontali);
- **In alto:** cliccando su questo bottone esegue l'operazione di offset, copiando le linee guida in alto rispetto alla linea guida selezionata (valido per le linee guida orizzontali);
- **Chiudi:** cliccando su questo bottone chiude la finestra senza eseguire l'operazione di offset.

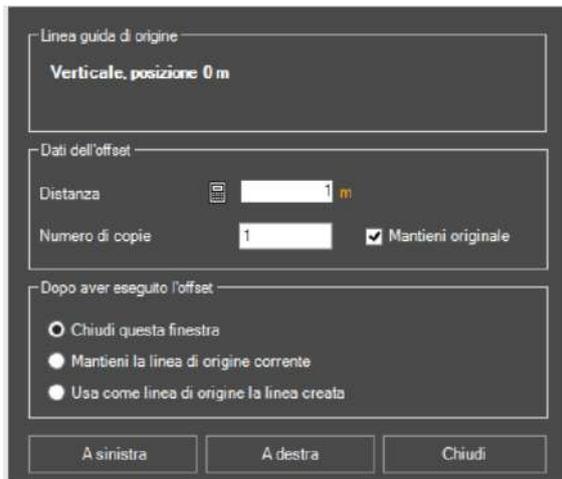


Figura 468. Finestra offset della linea guida verticali.

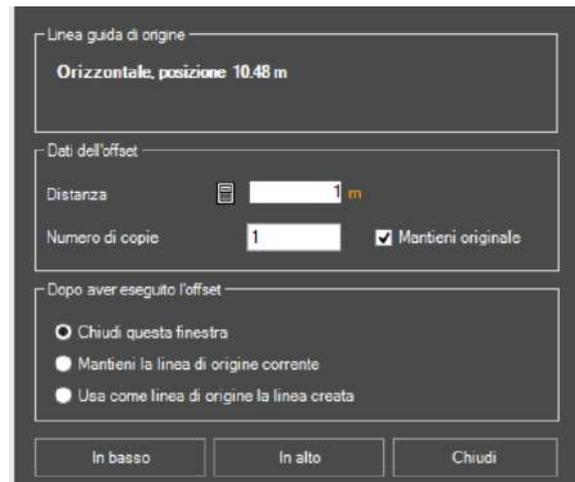


Figura 469. Finestra offset della linea guida orizzontali

### 6.6.1.2. MENU CONTESTUALE REGIONI

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stata selezionata una, sono i seguenti:

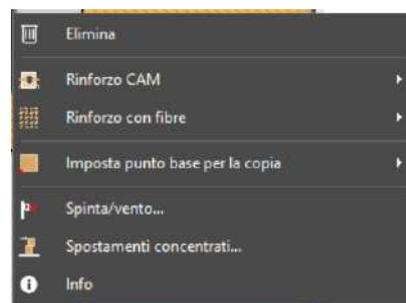


Figura 470 Menù contestuale regione

-  **Elimina:** elimina tutti le regioni presenti in selezione;
-  **Rinforzo CAM:** assegna rinforzi strutturali di tipo CAM (cfr. § 4.3.4.1) alla intera regione selezionata;

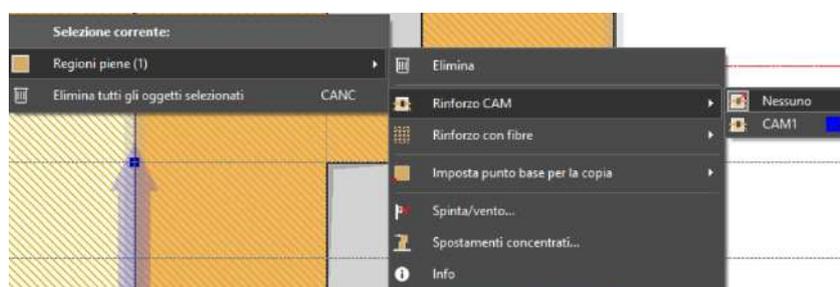


Figura 471 Esploso menù contestuale relativo alla voce Rinforzo CAM.

-  **Rinforzo con fibre:** assegna rinforzi strutturali in tessuti/nastri con FRP (cfr. §4.3.4.2), murature armate (cfr. § 4.3.4.3) e rinforzi di tipo FibreNet (cfr. § 4.3.4.4) alla intera regione selezionata;

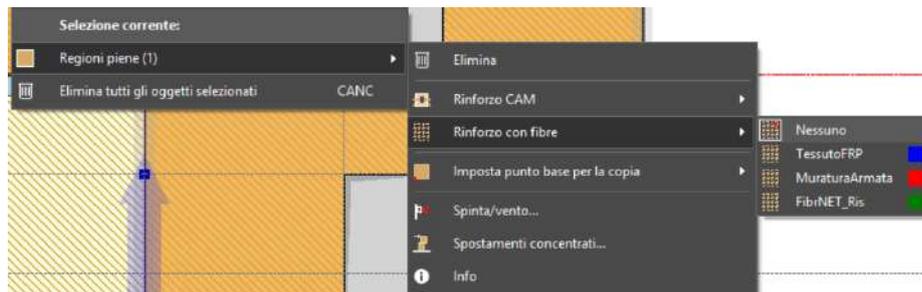


Figura 472 Esploso menù contestuale relativo alla voce Rinforzo con fibre

-  **Spinta/vento:** assegna carichi da vento, dovute alla spinta delle terre o altri tipi di distribuzioni di carichi (uniformi o variabili con la quota) alla regione selezionata;
-  **Spostamenti concentrati:** assegna carichi concentrati (sotto forma di forze o spostamenti imposti) in corrispondenza dei nodi della regione selezionata.
-  **Info:** visualizza le caratteristiche meccaniche dell'elemento selezionato.

### 6.6.1.3. SPINTE TERRE E VENTO (CARICHI LATERALI)

Detto comando permette l'inserimento sulla regione piena di carichi laterali, ovvero ad essa normali (carichi da vento, spinte delle terre)

L'utente, accedendo a questa finestra, può apporre alla superficie della parete (o più nello specifico della regione selezionata) carichi laterali dovuti al vento (cfr. § 4.3.8.4), alla spinta delle terre (cfr. § 4.3.8.5).

#### 6.6.1.3.1. CARICO DA VENTO

La scheda fa riferimento al carico da vento, per la cui definizione si rimanda alla consultazione del paragrafo § 4.3.8.5 del presente manuale.

L'uso di questa finestra permette di definire la direzione della spinta del vento. Selezionando il verso della spinta (entrante o uscente rispetto alla normale alla parete) e la proprietà della spinta del vento ("Parete sopravento" o "Parete sottovento"), rispetto alla quale viene assegnato il coefficiente di esposizione della parete:  $C_p$ .

Ricordiamo che il verso della normale alla parete dipende dal sistema di riferimento locale della parete stessa, che è direttamente collegato alla modalità di definizione della parete stessa (ovvero la sua direzione di tracciamento – se essa è stata definita da editor di impalcati).

E' anche possibile applicare le modifiche (quindi applicare il carico laterale da vento) all'intera parete a cui appartiene la regione selezionata, oppure applicare il carico da vento solo alla regione selezionata.



Figura 473 Finestra gestione del carico da vento.

### 6.6.1.3.2. CARICO PER LA SPINTA DELLE TERRE

La scheda fa riferimento alla definizione del carico del terreno per la quale si rimanda alla consultazione del § 4.3.8.4 del presente manuale.

L'uso di questa finestra permette di determinare la direzione della spinta delle terre rispetto la normale alla parete.



Figura 474 Finestra per la gestione delle spinte del terreno

### 6.6.1.4. INFORMAZIONI

Il comando informazioni consente di visualizzare le proprietà meccaniche del pannello selezionate. Se la regione (l'intera regione piena) è rinforzata con sistemi di rinforzo di tipo Fibre-net (cfr § 4.3.4.4), dal comando informazioni disponibile dal menu contestuale regioni è possibile visualizzare anche l'incremento di resistenza legato alla presenza del rinforzo, per ciascuna delle proprietà meccaniche ivi elencate. Inoltre, vengono riportate ulteriori informazioni in calce alla tabella relative alle caratteristiche del rinforzo.

Parametro	Valore
Legame a flessione	non lineare
Modulo elastico, E <sub>ver</sub>	3500000000 N/m <sup>2</sup>
Modulo elastico, E <sub>or</sub>	3500000000 N/m <sup>2</sup>
Resistenza a compressione, f <sub>m,ver</sub>	3703700 N/m <sup>2</sup>
Resistenza a compressione, f <sub>m,or</sub>	3703700 N/m <sup>2</sup>
Resistenza a trazione, f <sub>t,ver</sub>	50000 N/m <sup>2</sup>
Resistenza a trazione, f <sub>t,or</sub>	50000 N/m <sup>2</sup>
epsilon <sub>c</sub>	infinito
epsilon <sub>t</sub>	infinito
Legame a taglio	non lineare
G	874999900 N/m <sup>2</sup>
Tau <sub>0</sub>	177778 N/m <sup>2</sup>
gamma <sub>u</sub>	0,004
Coeff. Atrito	0,3
Scorimenti	non attivi

Figura 475. Finestra di informazioni della regione piena (pannello) selezionata.

Parametro	Valore	% incremento
Legame a flessione	non lineare	
Modulo elastico, E <sub>ver</sub>	3687500000	5,357143
Modulo elastico, E <sub>or</sub>	3687500000	5,357143
Resistenza a compressione, f <sub>m,ver</sub>	3703700	0
Resistenza a compressione, f <sub>m,or</sub>	3703700	0
Resistenza a trazione, f <sub>t,ver</sub>	218485	336,9697
Resistenza a trazione, f <sub>t,or</sub>	218485	336,9697
epsilon_c	infinito	-
epsilon_t	infinito	-
Legame a taglio	non lineare	
G	1475000000	68,57143
Tau0	280101	57,55682
gamma_u	0,004	0
Coeff. Attrito	0,3	0
Scontorniati	non attivi	

(|Delta1-Delta2|/Delta2 < 0.1) - Rottura bilanciata  
Rinforzo correttamente progettato

Figura 476. Finestra di informazioni della regione piena (pannello) selezionata, nel caso in cui la regione è rinforzata con sistemi di rinforzo di tipo Fibre-Net.

## 6.6.2. MENU CONTESTUALE APERTURE

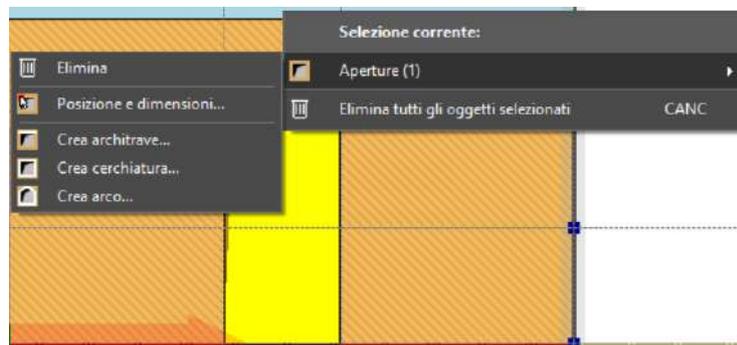


Figura 477 Menu contestuale aperture

Questo menu attiva quei comandi mirati alla caratterizzazione strutturale delle aperture. Consente di eliminare, modificare l'apertura selezionata e/o di creare architravi, cerchiature, archi sopra le aperture.

- **Apertura**, dovuto alla presenza di brecce o di infissi di ogni genere;
- **Rinforzo**, ossia un incremento delle caratteristiche meccaniche della muratura applicando dei miglioramenti strutturali;
- **Ammaloramento**, ossia una diversa tipologia di muratura contenuta all'interno del paramento murario associabile ad un diverso spessore della muratura o ad un diverso tipo di materiale.

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stato selezionato un'apertura, un rinforzo, un ammaloramento sono i seguenti:

-  **Elimina**: Elimina tutte le aperture, rinforzi e ammaloramenti presenti in selezione;
-  **Posizione e dimensione**: apre la finestra di modifica della apertura (posizione e dimensione delle aperture)
-  **Crea architrave**: Inserisce un architrave come elemento asta, in testa alle aperture selezionate

-  **Crea una cerchiatura:** Inserisce un architrave come elemento asta, in testa alle aperture selezionate;
-  **Crea un arco:** Inserisce sommitalmente un arco.

#### 6.6.2.1.1. IMPOSTA POSIZIONE E DIMENSIONI APERTURA

E' possibile modificare la posizione e le dimensioni dell'apertura, mediante i seguenti parametri:

- **Ascissa (X):** distanza tra il lato dell'apertura e l'origine della linea di pianta;
- **Larghezza (B):** ampiezza del vano finestra o porta;
- **Altezza (H):** altezza del vano finestra o porta;
- **Elevazione (e):** attivo solo se l'apertura è una finestra, esprime la distanza dalla base della parete, al bordo inferiore dell'apertura;
- **Porta:** attivare questa opzione, se l'apertura è una porta (il campo che consente di definire l'elevazione sarà inibito).

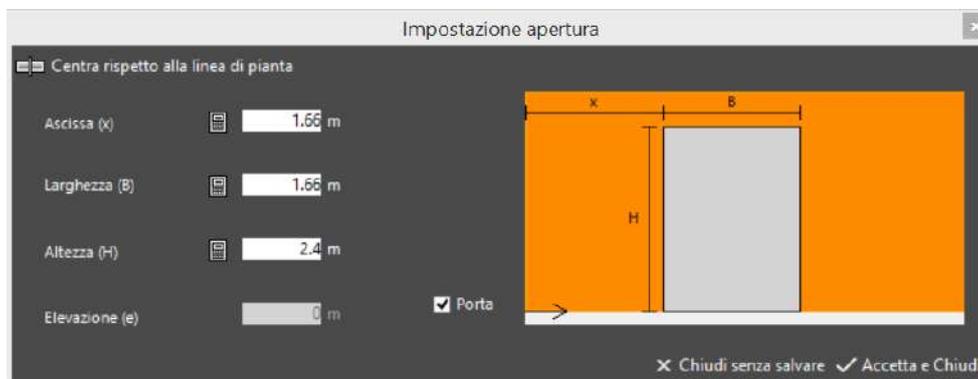


Figura 478. Impostazione posizione e dimensione apertura

#### 6.6.2.2. CREA ARCHITRAVE

Per inserire un architrave in una apertura attivare la modalità di lavoro selezione (cfr. § 6.5.1.1) dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Successivamente cliccando con il tasto destro del mouse sull'apertura, si avrà modo di accedere al menù contestuale delle aperture e selezionare la voce Crea architrave.

Alla selezione viene visualizzata la finestra di gestione ed introduzione delle architravi.

La finestra può essere divisa in tre parti:

- **Fascia superiore:** in questa viene visualizzato un messaggio che informa l'utente sulla presenza o meno di elementi asta all'interno dell'apertura.
- **Fascia centrale:** permette la gestione dei parametri geometrici che definiscono l'architrave. E' possibile assegnare lunghezze di ancoraggio dell'architrave (a destra e a sinistra) uguali o differenti, assegnandone il valore.
- **Fascia bassa:** permette di selezionare il formato dell'architrave. Il formato viene selezionato tra i formati asta disponibili.

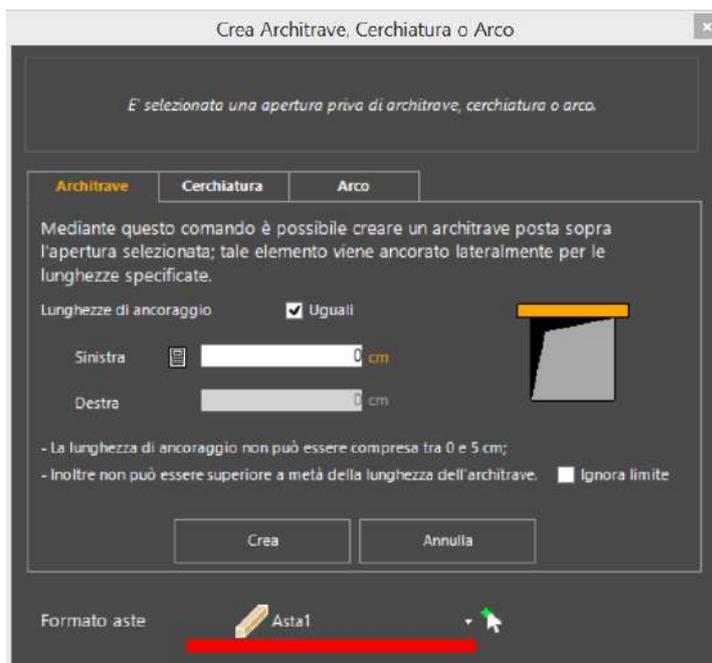


Figura 479 Finestra introduzione architravi



*La modellazione non lineare degli architravi può spesso risultare decisiva per migliorare il comportamento non lineare dell'edificio.*

*Gli architravi consentono infatti di inibire meccanismi di collasso locali. Sono elementi non spingenti, e portanti per gli elementi superiori che li sovrastano.*

### 6.6.2.3. CREA CERCHIATURA

Per inserire una cerchiatura in una apertura attivare la modalità di lavoro seleziona dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Successivamente cliccando con il tasto destro del mouse sull'apertura, si avrà modo di accedere al menù contestuale delle aperture e selezionare la voce Crea cerchiatura.

Alla selezione viene visualizzata la finestra di gestione ed introduzione cerchiatura.

La finestra può essere divisa in tre parti:

- **Fascia superiore:** in questa viene visualizzato un messaggio che informa l'utente sulla presenza o meno di elementi asta all'interno dell'apertura.
- **Fascia centrale:** permette la gestione dei parametri geometrici che definiscono l'architrave con conseguente effetto sullo schema di calcolo ad essa assegnabile. Selezionare il tipo di cerchiatura (per vano porta o per vano finestra). La cerchiatura viene creata lungo il perimetro della apertura selezionata (porta o finestra).
- **Fascia bassa:** permette di selezionare il formato dell'architrave. Sono disponibili i formati asta precedentemente definiti.



*Le cerchiature delle aperture sono interventi di miglioramento strutturale diffusi ed efficaci. L'interazione con i pannelli murari circostanti viene efficacemente simulata dal modello di calcolo implementato nel software (cfr. manuale teorico).*

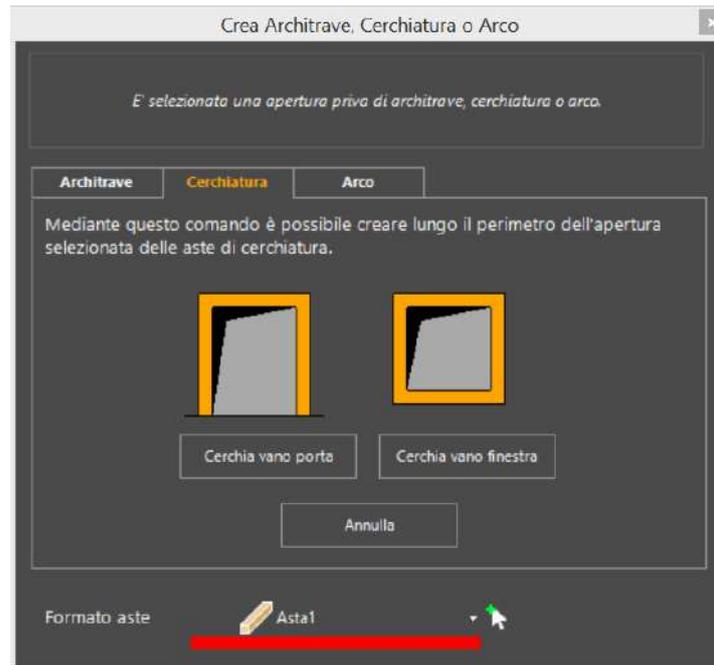


Figura 480 Finestra introduzione cerchiature

#### 6.6.2.4. CREA ARCO

Per inserire un arco in una apertura attivare la modalità di lavoro seleziona dalla barra dei comandi rapidi e selezionare l'apertura che si intende modificare. Successivamente cliccando con il tasto destro del mouse sull'apertura, si avrà modo di accedere al menù contestuale delle aperture e selezionare la voce Crea arco .

Alla selezione viene visualizzata la finestra di gestione ed introduzione arco.

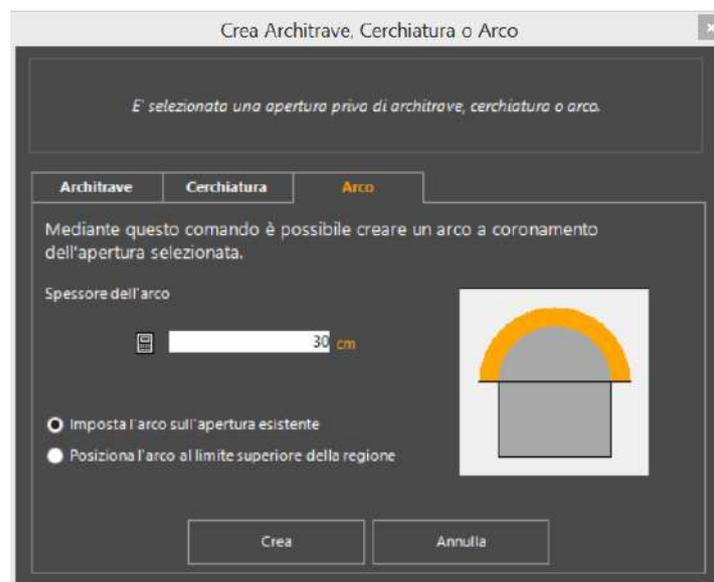


Figura 481 Finestra introduzione arco

La finestra può essere divisa in due parti:

- **Fascia superiore:** in questa viene visualizzato un messaggio che informa l'utente sulla presenza o meno di elementi arco all'interno dell'apertura.

- **Fascia centrale:** permette la gestione dei parametri geometrici che definiscono l'architrave con conseguente effetto sullo schema di calcolo ad essa assegnabile. Assegnare lo spessore dell'arco e selezionare una delle due opzioni che consentono di impostare l'arco sulla apertura esistente, oppure al limite superiore della regione che si trova sulla apertura esistente. In questo ultimo caso, l'arco verrà impostato a filo con la regione sopra la apertura e l'apertura stessa verrà modificata di conseguenza.

Per modificare ed editare l'arco (modificare materiale, spessore o cambiarne la geometria – ribassare o allungare l'arco), occorre passare in modalità Edita, e seguire le procedure, indicate al paragrafo corrispondente (cfr. § 6.5.12).

### 6.6.3. MENU CONTESTUALE RINFORZO/AMMALORAMENTO

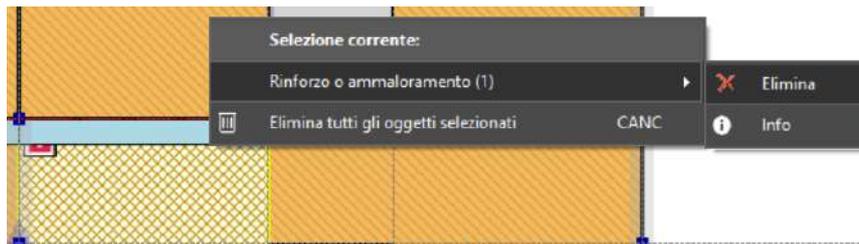


Figura 482 Menù contestuale rinforzo o ammaloramento

Questo menu attiva quei comandi mirati alla caratterizzazione del rinforzo o ammaloramento.

- **Rinforzo**, ossia un incremento delle caratteristiche meccaniche della muratura applicando dei miglioramenti strutturali;
- **Ammaloramento**, ossia una diversa tipologia di muratura contenuta all'interno del paramento murario associabile ad un diverso spessore della muratura o ad un diverso tipo di materiale.

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stato selezionato un'apertura, un rinforzo, un ammaloramento sono i seguenti:

-  **Elimina:** Elimina tutte le aperture, rinforzi e ammaloramenti presenti in selezione;
- **INFO:** restituisce le informazioni sulle proprietà meccaniche della regione (pannello in muratura o pannello rinforzato) selezionata. E' possibile visualizzare anche l'incremento di resistenza legato alla presenza del rinforzo, per ciascuna delle proprietà meccaniche ivi elencate. Inoltre, vengono riportate eventuali ulteriori informazioni in calce alla tabella relative alle caratteristiche del rinforzo.

Parametro	Valore	% incremento
Legame a flessione	non lineare	
Modulo elastico, E <sub>ver</sub>	3687500000 N/m <sup>2</sup>	5,357143
Modulo elastico, E <sub>or</sub>	3687500000 N/m <sup>2</sup>	5,357143
Resistenza a compressione, f <sub>m,ver</sub>	3703700 N/m <sup>2</sup>	0
Resistenza a compressione, f <sub>m,or</sub>	3703700 N/m <sup>2</sup>	0
Resistenza a trazione, f <sub>t,ver</sub>	218485 N/m <sup>2</sup>	336,9697
Resistenza a trazione, f <sub>t,or</sub>	218485 N/m <sup>2</sup>	336,9697
ε <sub>sp10n,c</sub>	infinito	-
ε <sub>sp10n,t</sub>	infinito	-
Legame a taglio	non lineare	
G	1475000000 N/m <sup>2</sup>	58,57143
Tau0	280101 N/m <sup>2</sup>	57,55682
γ <sub>mia,μ</sub>	0,004	0
Coeff. d'apto	0,3	0
Scontamenti	non attivi	

(|Delta1-Delta2|/Delta2 < 0.1) - Rottura bilanciata  
Rinforzo correttamente progettato

Figura 483. Finestra di informazioni della regione piena (pannello) selezionata, nel caso in cui la regione è rinforzata con sistemi Fibre Net.

#### 6.6.4. MENU CONTESTUALE ELEMENTI ASTA

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stata selezionata un' asta sono i seguenti:



Figura 484 Menù contestuale aste

-  **Elimina:** Elimina tutte le aste presenti in selezione;
-  **Assegna carico di linea:** Assegna un carico di linea alle aste in selezione (anche in selezione multipla – mediante tasto shift da tastiera).
-  **Vincoli interni (attach):** Assegna un vincolo interno all'asta selezionata (cfr. § 6.6.4.2).
-  **Dettagli armatura:** Consente di modificare distribuzione di armature longitudinali e passo staffe. La finestra è ampiamente descritta nel capitolo di pertinenza di questo manuale.

##### 6.6.4.1. ASSEGNA CARICO DI LINEA

Questo comando consente di assegnare un carico di linea (cfr. § 4.3.8.3), alla asta (o aste in multi-selezione) selezionata/e

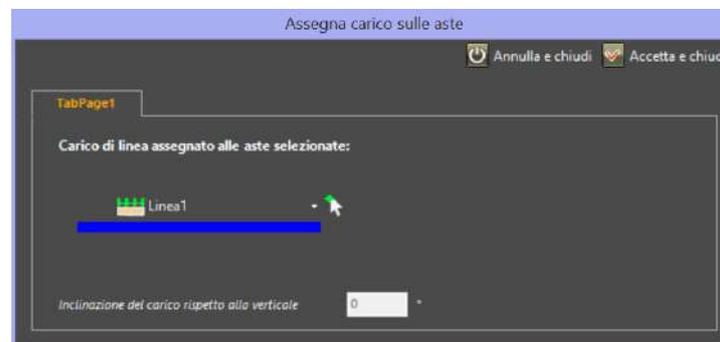


Figura 485 Finestra assegnazione carico di linea

I carichi di linea vengono assegnati tra quelli precedentemente definiti (cfr. § 4.3.8.3). Il carico si intende applicato in direzione verticale.

##### 6.6.4.2. VINCOLI INTERNI /SVINCOLI DELLA TRAVE (ATTACH)

Ogni qual volta è necessario vincolare il nodo di un'asta ad una regione (ossia ad un pannello murario) è necessario assegnare all'asta un vincolo interno: ciò si rende necessario in quanto i gradi di libertà dei nodi degli elementi asta non sono vincolati a quelli dei pannelli. Quest'ultimo può essere assegnato in modo da vincolare il nodo dell'asta ai nodi delle regioni che appartengono alla stessa parete dell'asta ovvero a quelle che appartengono alle altre pareti del modello. Di default i vincoli interni vengono assegnati ai nodi estremi di un unico cordolo (o di un'unica travata) che necessitano di essere vincolati ad altrettante regioni.

La finestra “vincoli interni di estremità dell’asta” permette all’utente di impostare i vincoli interni tra i nodi degli elementi “asta e quelli delle regioni. È composta da due schede: la scheda modalità semplice per assegnare automaticamente il vincolo interno, la scheda modalità avanzate per impostare manualmente il tipo di vincolo interno.

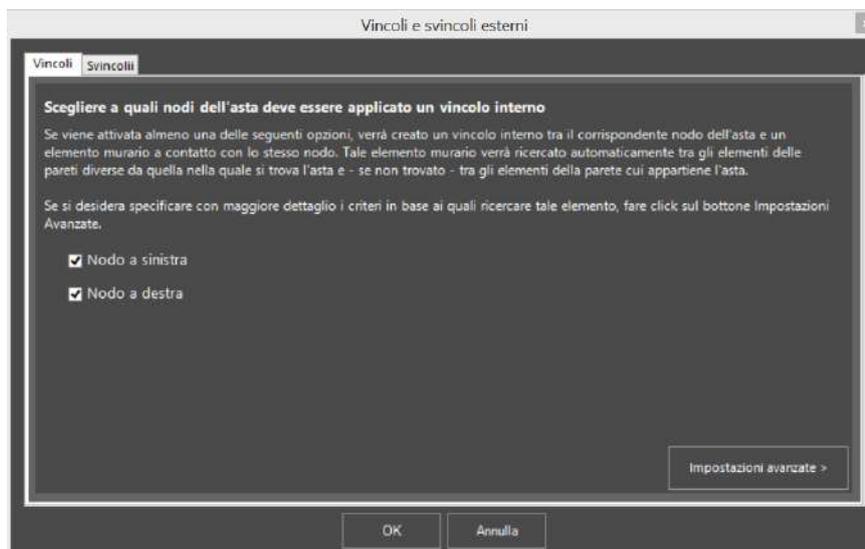


Figura 486. Finestra definisci vincoli interni. Scheda modalità semplice.

I comandi disponibili nella scheda modalità semplice sono:

- Nodo a sinistra:** Consente di collegare i gradi di libertà del nodo sinistro dell’asta a quelli dei pannelli murari contermini.
- Nodo a destra:** : Consente di collegare i gradi di libertà del nodo destro dell’asta a quelli dei pannelli murari contermini.

I comandi disponibili nella scheda impostazioni avanzate, riportati nei riquadri nodo a sinistra e nodo a destra, sono:

- Nessun vincolo interno:** Elimina tutti i vincoli interni per l’asta selezionata
- Cerca vincolo con gli elementi della stessa parete:** Consente di collegare i gradi di libertà dell’asta a quelli dei pannelli murari che appartengono alla stessa parete.
- Cerca vincolo con gli elementi delle altre pareti:** Consente di collegare i gradi di libertà dell’asta a quelli dei pannelli murari che appartengono alle altre pareti.
- Cerca vincolo prima con gli elementi delle altre pareti e, se non trovato, con quelli della stessa parete:** Consente di collegare i gradi di libertà dell’asta a quelli dei pannelli murari che appartengono alle altre pareti, ed eventualmente, se non trovati, a quelli della stessa parete.

La finestra “svincoli” permette all’utente di liberare i gradi di libertà dei nodi di estremità delle aste (release). In tal modo il/i grado/i di libertà del nodo di estremità di un’asta sarà reso indipendente rispetto al grado di libertà del nodo dell’asta adiacente.

Ciò consente di definire vincoli differenti rispetto all’incastro. Ad esempio rilasciando (liberando) M2 ed M3 (interrompe la continuità delle rotazioni), o un doppio pendolo, rilasciando (liberando) N (interrompe la continuità degli spostamenti).

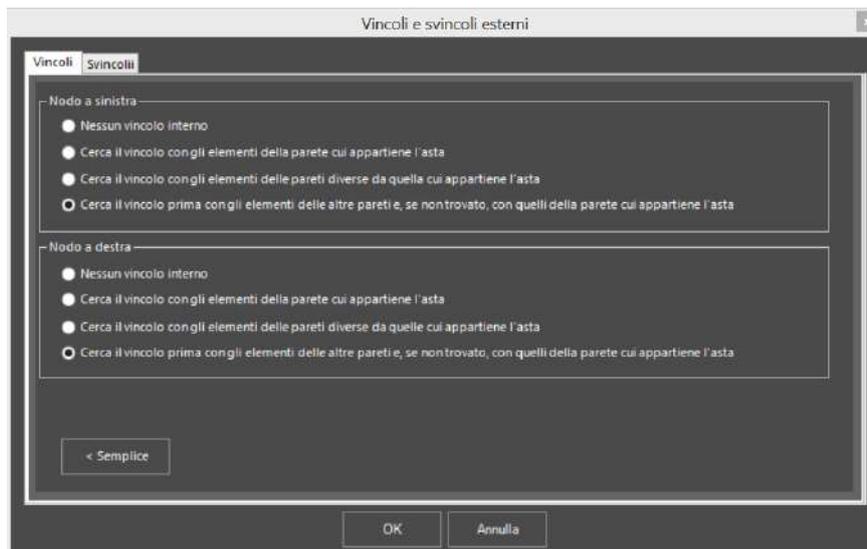


Figura 487. Finestra definisci vincoli interni. Scheda impostazioni avanzate.

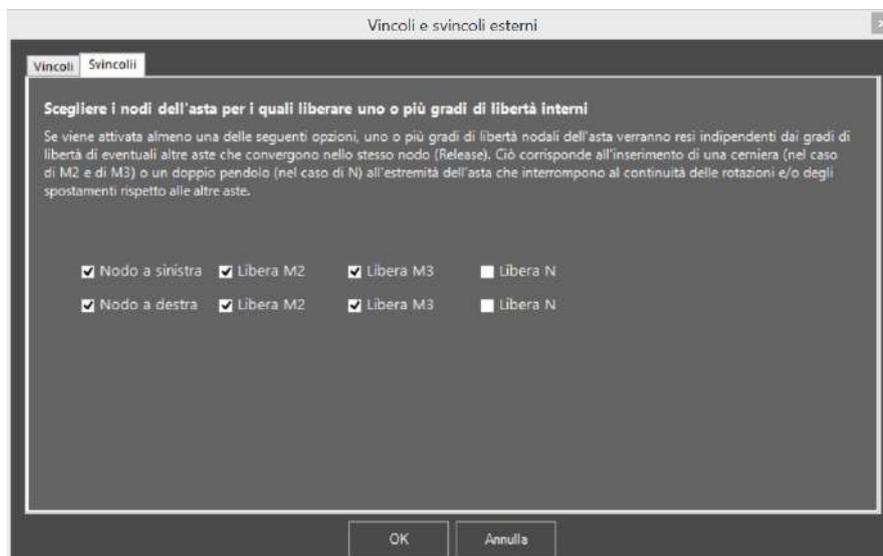


Figura 488. Finestra definisci svincoli.

### 6.6.5. MENU CONTESTUALE FONDAZIONI

I comandi disponibili nel menu contestuale quando è stata selezionata una fondazione sono i seguenti:

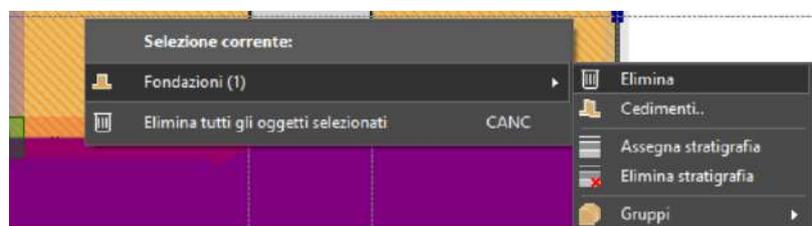


Figura 489. Menu contestuale Fondazioni

-  **Elimina:** Elimina tutte le fondazioni presenti in selezione;
-  **Cedimenti:** Assegna un profilo di cedimenti imposti alla fondazione selezionata;

-  **Assegna stratigrafia:** Assegna una stratigrafia al di sotto della/e fondazione/i selezionata/e;
-  **Elimina stratigrafia:** Elimina la stratigrafia assegnata al di sotto della/e fondazione/i selezionata/e;
-  **Gruppi:** Raggruppa / separa le fondazioni in selezione. Se le fondazioni sono raggruppate, vengono identificate con un tratteggio. La definizione di gruppi di fondazioni consente di eseguire le verifiche geotecniche per l'intero gruppo (intera travata), piuttosto che per la singola trave (si rimanda al manuale utente geotecnico).



### ATTENZIONE

*Dopo aver raggruppato le travi di fondazione, la assegnazione di una proprietà (caratteristiche, stratigrafia, etc.) ad una trave del gruppo viene automaticamente trasferita a tutte le altre. Difatti in questo caso le verifiche geotecniche vengono effettuate per l'intera travata (costituita dall'insieme di tutte le travi di fondazione appartenenti a quel gruppo), le cui caratteristiche devono essere omogenee.*



### APPROFONDIMENTO

*Il raggruppamento delle fondazioni segue i criteri qui di seguito indicati:*

1. *E' possibile raggruppare solo linee di fondazione che appartengono alla stessa parete.*
2. *Vengono raggruppa le linee di fondazione aventi stesso formato e stessa stratigrafia.*
3. *Se le linee di fondazione appartengono a uno stesso gruppo, la stratigrafia assegnata a uno solo elemento del gruppo verrà estesa a tutti gli elementi dello stesso.*

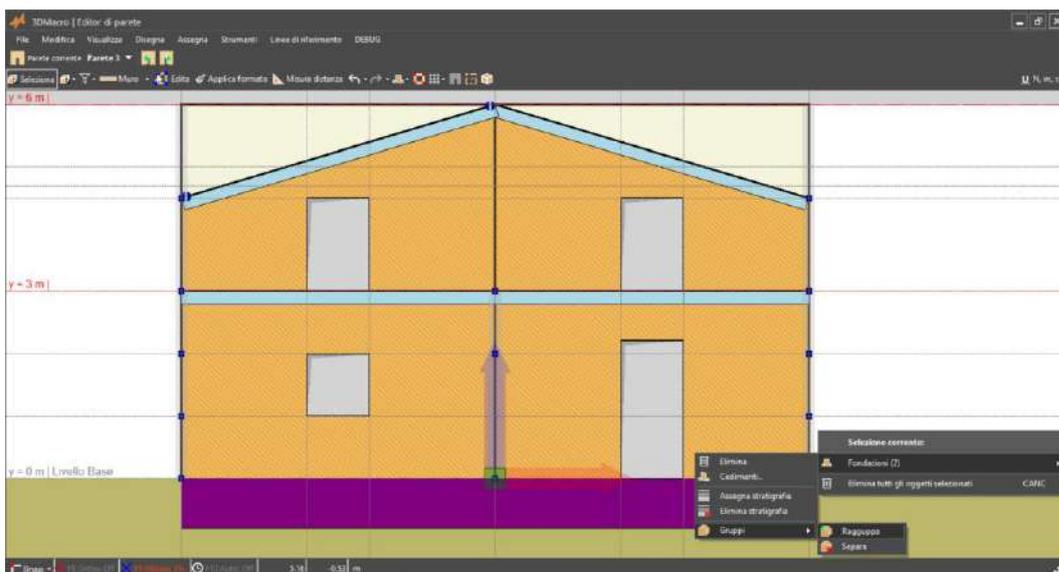


Figura 490. Raggruppa/separa fondazioni

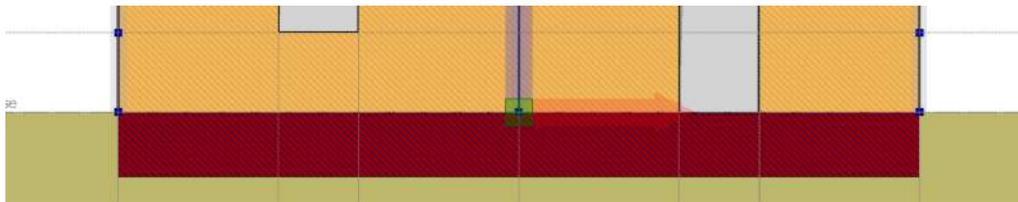


Figura 491. Rendering (tratteggiato) delle fondazioni raggruppate.

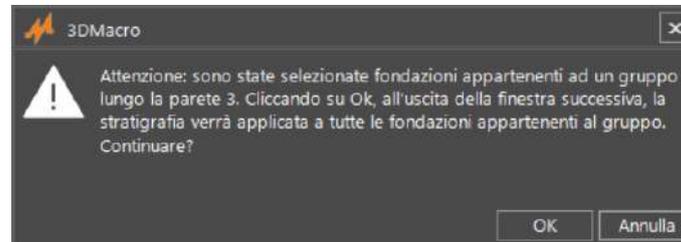


Figura 492. Messaggio di alert. Tutte le azioni di assegnazione di proprietà ad una trave di fondazione vengono trasferite automaticamente a tutte quelle appartenenti allo stesso gruppo.

### 6.6.5.1. CEDIMENTI IMPOSTI IN FONDAZIONE

Tramite la finestra di assegnazione è possibile definire un profilo generico di cedimenti, i quali vengono assegnati alla condizione di carico di tipo "spostamenti" (cfr. § 4.3.8.1).

All'ingresso il programma propone dei "suggerimenti", ovvero delle ascisse intermedie significative, la cui posizione viene riportata nella tabella, come ad esempio l'inizio e la fine delle aperture presenti sul pannello soprastante la fondazione selezionata. Le righe della tabella corrispondenti ai suggerimenti, forniti in automatico dal programma, vengono evidenziate in grigio. E' possibile eliminare i suggerimenti, cliccando sull'apposito bottone.

E' possibile eliminare tutte le righe della tabella, selezionando "Elimina tutto". Per eliminare solo una riga, dopo averla selezionata, cliccare su "Elimina selezione" e per assegnare un nuovo punto della distribuzione di cedimenti, basta editare l'ultima riga della tabella, che risulta evidenziata in blu.

Inoltre, utilizzando i comandi "Posizione relativa" e "Posizione assoluta" è anche possibile scegliere se assegnare le ascisse con riferimento alla **posizione assoluta** o a quella **relativa**. In quest'ultimo caso, la posizione è rapportata all'intera lunghezza della fondazione.

Ad ogni ascissa (posizione) va assegnato il corrispondente Valore del cedimento fondale. Detto valore deve essere positivo, se lo spostamento imposto è diretto verso il basso.

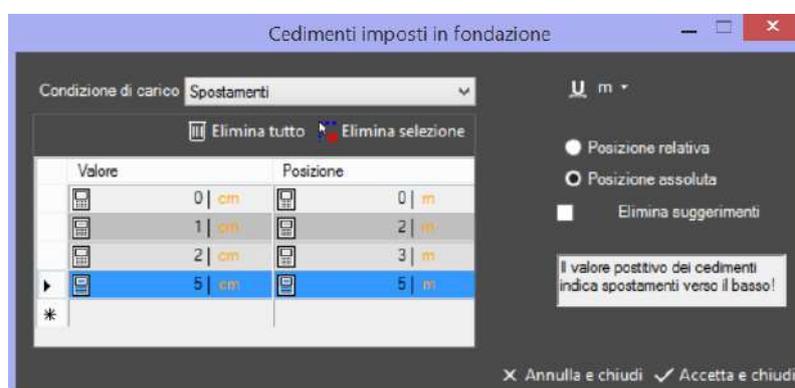


Figura 493. Input dei Cedimenti imposti in fondazione

Alla chiusura della finestra il programma provvederà a modificare la mesh della parete in modo da rispettare il profilo dei cedimenti assegnato al vincolo).

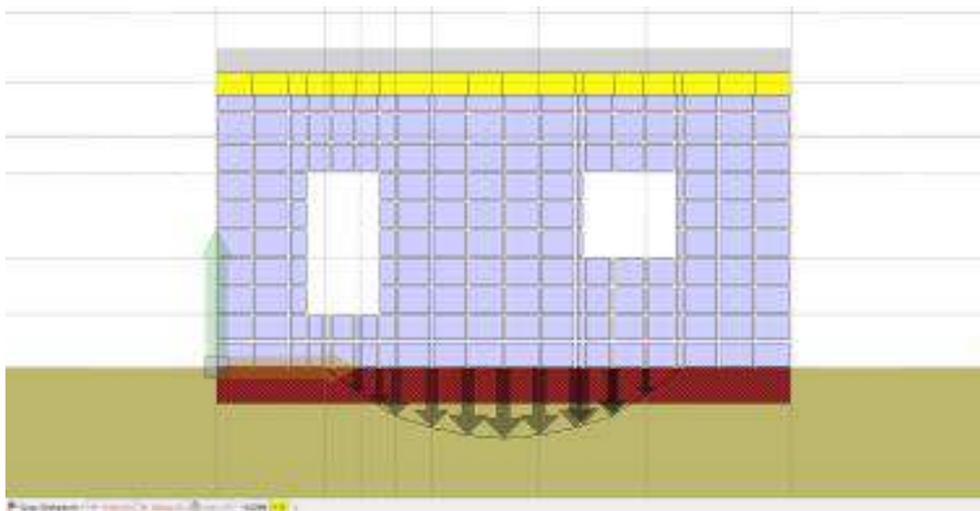


Figura 494. Aggiornamento della mesh della parete, in funzione dei cedimenti imposti in fondazione



### ATTENZIONE

*Non è possibile utilizzare il comando **Cedimenti** in selezione multipla; occorre quindi selezionare singolarmente le fondazioni, per poter applicare un profilo di cedimenti.*

## 6.7. FINESTRA DELLE PROPRIETÀ

La finestra delle proprietà (o di Edita Oggetto), che compare sulla destra, consente di gestire sia le assegnazioni, che le proprietà geometriche degli elementi dell'editor di parete.

Conterrà opzioni differenti, e assumerà aspetti leggermente diversi a seconda della modalità corrente e dei comandi selezionati.

In generale la parte superiore della finestra contiene le assegnazioni possibili (ad esempio il formato o elemento-tipo, cfr. § 4.3.4), mentre la parte inferiore è quella destinata alla visualizzazione e modifica delle proprietà geometriche.

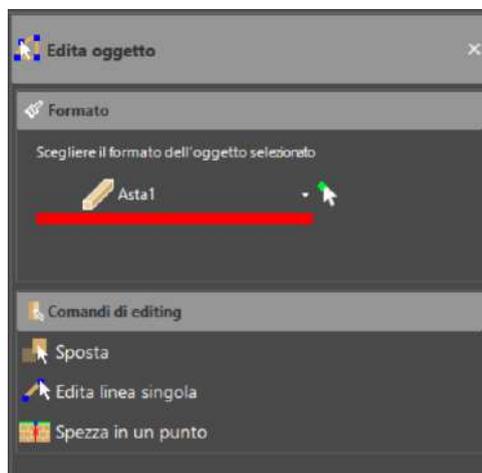


Figura 495. Finestra delle proprietà (edita oggetto)

In fase di immissione degli elementi, quando si selezionano i comandi del menu disegna (cfr. § 6.3.4), ovvero quelli del menu a tendina "Crea..." (presente nella barra dei comandi rapidi, cfr. § 0), sono visualizzate le proprietà specifiche dell'elemento che si sta inserendo (ad esempio il formato).

Quando si seleziona il comando "Incolla formato" (cfr. § 6.5.3) saranno visualizzati gli elementi-tipo (cfr. § 4.3.4), già definiti per le varie categorie di elementi (regioni, aste, rinforzi o ammaloramenti).

Quando si seleziona il comando "Edita", la finestra delle proprietà contiene le proprietà dell'elemento selezionato, e tutti i comandi necessari per modificarle.

## 6.8. BARRA DELLE INFORMAZIONI

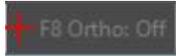
La barra delle informazioni, in basso, consente di accedere ad informazioni di disegno, visualizzando le coordinate correnti del puntatore del mouse, in coordinate coerenti con quelle correnti.

-0.0438769 -2.9506 m

La presenza di utili **strumenti di aiuto alla modellazione** (snap), consente di disegnare in maniera precisa e spedita anche le geometrie più complesse.

Sono disponibili i seguenti **strumenti di Snap**, comuni per chi disegna in ambiente CAD: Estremità, Incrocio, Centrale, Vicino. Essi vengono attivati/disattivati mediante il comando in basso a sinistra sulla barra delle informazioni. E' disponibile anche la funzionalità Ortho.

Grazie all'utilizzo degli Snap è possibile sfruttare adeguatamente la griglia delle linee guida e delle linee di riferimento.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Snap:</b> Apre il menu a tendina che consente di gestire gli strumenti snap, di attivarli e disattivarli.
	<b>Attiva/Disattiva Tutti:</b> All'interno del menu Snap. Consente di attivare/disattivare contemporaneamente tutti gli strumenti snap.
	<b>Attiva/Disattiva Estremità:</b> All'interno del menu Snap. Se attivato, aggancia il nodo di estremità di un oggetto (ad es. di una linea di pianta).
	<b>Attiva/Disattiva Incrocio:</b> All'interno del menu Snap. Se attivato, aggancia il punto di intersezione tra due oggetti (ad es. intersezione tra due linee di pianta).
	<b>Attiva/Disattiva Centrale:</b> All'interno del menu Snap. Se attivo, aggancia il punto centrale (medio) di un oggetto (ad es. il punto medio di una linea di pianta).
	<b>Attiva/Disattiva Vicino:</b> All'interno del menu Snap. Se attivo, aggancia un qualunque punto sulla linea di pianta. E' utile per disegnare le aperture sulle linee di pianta.
	<b>Modalità orto On/Off:</b> se attiva (modalità On) consente di tracciare linee di pianta (o oggetti) in generale in direzione ortogonale. Può essere attivato/disattivato velocemente con il tasto F8 da tastiera.



**Modalità Auto On/Off:** se attivata durante l'input grafico crea delle linee guida sui punti di estremità della linea di pianta tracciata secondo le due direzioni principali x e y.



### IMPORTANTE

*E' importante precisare che, lo snap "Vicino" di solito è disattivato, giacchè potrebbe indurre errori nella modellazione. Occorre invece attivarlo quando si disegnano le aperture. L'utente viene informato mediante un messaggio di alert.*

# **SEZIONE-II**

## **FASE DI ANALISI**

## 7. GENERAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Nell'utilizzare il **3DMacro®** è importante distinguere tra il modello geometrico e il modello computazionale. Il modello geometrico viene costruito direttamente dall'utente mediante l'utilizzo degli editor di pianta e di parete (descritti nei precedenti capitoli), mentre il modello computazionale viene determinato in automatico dal programma.

**Il modello geometrico** rappresenta una fedele riproduzione della geometria dell'edificio compresi gli spessori delle murature, l'allineamento di ciascun setto rispetto al filo fisso, i disassamenti tra pareti contigue sia in pianta sia in altezza, ecc. In tal modo l'utente può inserire in modo immediato ed intuitivo (utilizzando gli strumenti messi a disposizione negli Editor Piani) qualsiasi geometria, comunque complessa: intersezioni tra pareti d'angolo o intersezioni multiple di pareti con spessori e allineamenti irregolari, riseghe di pareti lungo l'altezza, ecc.

**Il modello computazionale** viene generato in automatico dal programma a partire da quello geometrico e contiene tutti gli elementi numerici e le informazioni per il calcolo (elementi resistenti, carichi, analisi da eseguire, ecc.). All'interno di esso si possono distinguere :

- **Pareti piane:** Sono costituite da macro-elementi e aste monodimensionali interagenti tra loro. Dall'accoppiamento tra pareti piane, ottenuto con l'introduzione di orizzontamenti, scaturisce il comportamento globale dell'edificio.
- **Macro-elementi:** Modello bidimensionale cui è affidato il compito di modellare il comportamento di un singolo pannello murario (maschio murario o fascia di piano).
- **Elementi Aste:** Elementi finiti non-lineari monodimensionali che hanno il compito di modellare cordoli, travi, pilastri, catene interagenti o no con la muratura.
- **Orizzontamenti:** Sono elementi bidimensionali (elementi rigidi, diaframmi rigidi o deformabili) che servono a collegare tra loro le pareti e al contempo ad applicare i carichi.

### 7.1. LA GENERAZIONE DELLE PARETI

Le pareti vengono generate in automatico dal programma, la loro posizione viene determinata individuando dei piani medi che tengono conto di tutti gli spessori e allineamenti dei setti coinvolti. Sebbene le pareti sono la traduzione in termini computazionali delle linee di pianta (o setti) definite dall'utente, tra essi non vi è una corrispondenza biunivoca: più linee di pianta allineate, ad esempio, generano una unica parete.

Nell'esempio sotto riportato l'utente immette quattro linee di pianta:

- L1 : tra i punti geometrici p1 e p2, spessore 80 cm, allineamento a destra rispetto al filo fisso;
- L2 : tra i punti geometrici p2 e p3, spessore 30 cm, allineamento a destra rispetto al filo fisso;
- L3 : tra i punti geometrici p3 e p4, spessore 80 cm, allineamento a destra rispetto al filo fisso;
- L4 : tra i punti geometrici p3 e p5, spessore 80 cm, allineamento a destra rispetto al filo fisso;

Il programma genera in automatico le pareti :

- W1 : tra i nodi computazionali n1 e n2;
- W2 : tra i nodi computazionali n3 e n4;
- W3 : tra i nodi computazionali n5 e n6;

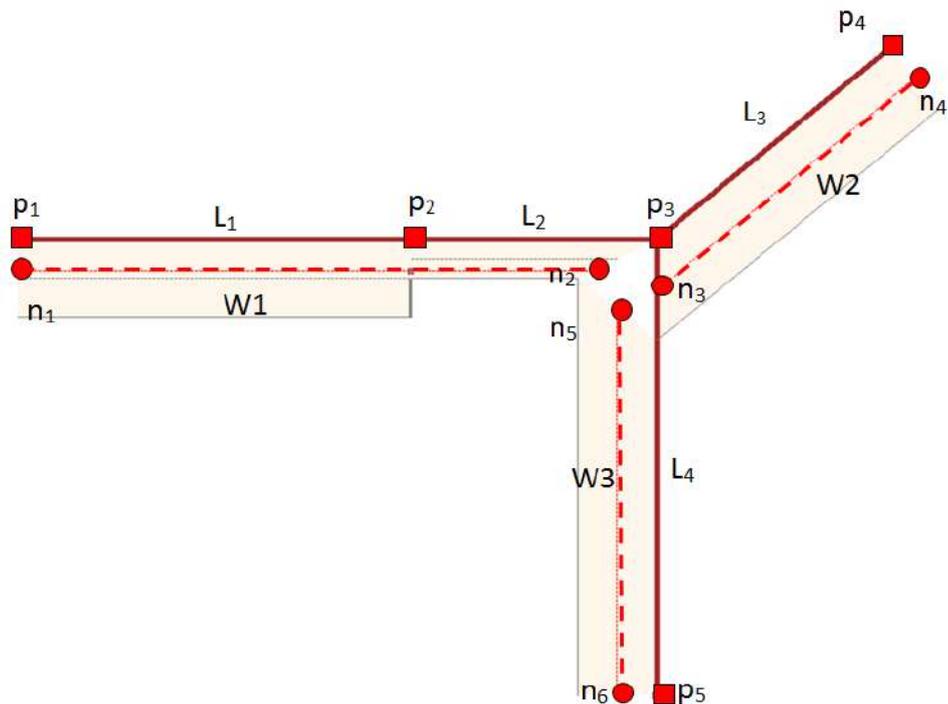


Figura 496. Generazione automatica delle pareti

Come si evince dalla figura i punti geometrici, utilizzati per definire i fili fissi, non coincidono con i nodi del modello computazionale, l'ingombro stesso delle pareti differisce da quello delle linee di pianta perché depurato della zona di intersezione. In corrispondenza dell'intersezione le pareti non condividono lo stesso nodo, in tal caso le pareti non interagiscono tra loro, coerentemente con l'ipotesi di comportamento piano delle pareti. L'interazione tuttavia sarà garantita a livello degli impalcati grazie alla presenza dei diaframmi di collegamento o dei cordoli di piano.

Naturalmente nella determinazione della posizione del piano medio della parete verranno prese in considerazione anche variazioni di spessore o disassamenti tra i setti lungo tutto lo sviluppo altimetrico dell'edificio. Il tutto in modo analogo a quanto riportato sopra con riferimento a una irregolarità in pianta (cambio di spessore tra la linea L1 e L2).

## 7.2. GENERAZIONE DELLA MESH

Per ciascuna delle pareti del modello computazionale viene generata in automatico una "mesh"; la parete viene quindi suddivisa in elementi base (macro-elementi e aste monodimensionali). Di default il programma genera una mesh minima in cui si tiene conto unicamente delle esigenze geometriche: presenza di fori, intersezioni con pareti ortogonali, presenza di elementi orizzontali di collegamento. Le figure che seguono mostrano la generazione di una mesh base.

Da questo semplice schema risulta immediatamente evidente come la mesh è molto regolare grazie alla presenza di allineamenti tra le aperture. Aperture disallineate, pur non implicando alcuna approssimazione, possono dar luogo a mesh meno regolari. Tali casi sono pertanto sempre da verificare attentamente.

L'utente ha tuttavia la possibilità di imporre ulteriori vincoli relativi alla dimensione e snellezza degli elementi generati (cfr. § 4.2.4): in tal caso il programma suddivide ulteriormente gli elementi generati in modo da garantire le limitazioni imposte dall'utente secondo i criteri indicati.

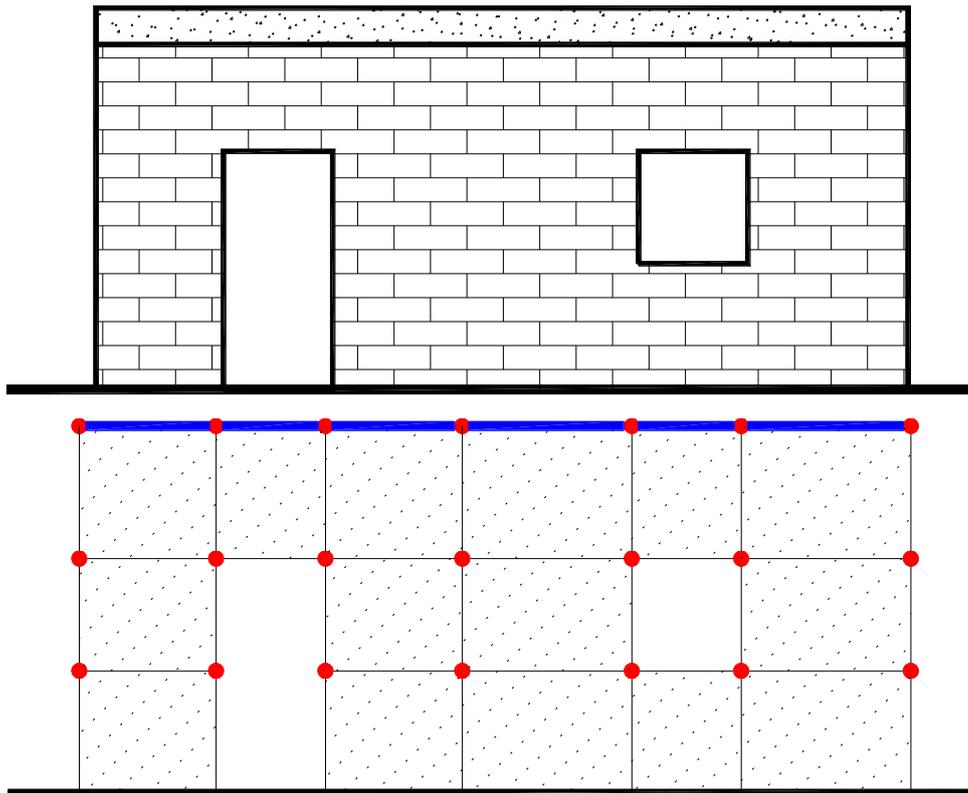


Figura 497. Generazione della mesh



### APPROFONDIMENTO

*L'inserimento delle aste (elementi frame) condiziona la mesh dei pannelli. Quando le architravi vengono inserite utilizzando il comando disponibile dal menu contestuale aperture, la presenza di questi elementi non condiziona la mesh della parete (dei pannelli). Se invece le architravi vengono inserite come aste (elementi frame), il meshatore segue la regola generale, condizionando la mesh della parete e suddividendo i pannelli a contatto con l'asta, coerentemente con la mesh di questa ultima. Questo accade quando l'asta (ovvero l'architrave) viene ancorata per una certa lunghezza all'interno della muratura. L'inserimento di un'asta inclinata all'interno di una regione piena (in muratura) non condiziona la mesh della parete stessa. L'asta sarà collegata ai due estremi.*



Figura 498. Generazione della mesh. Visualizzazione del modello geometrico (a) e del modello computazionale (b)

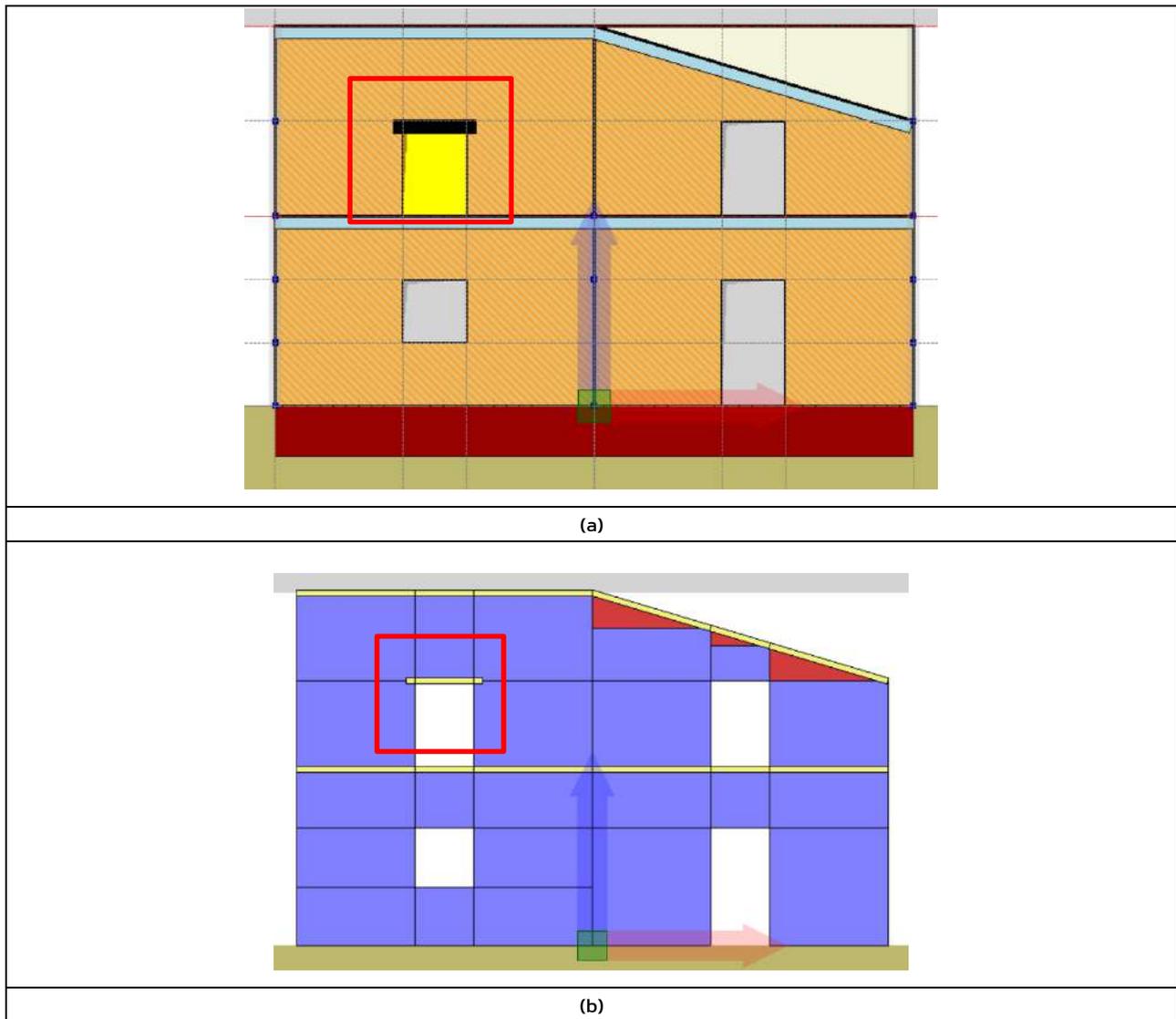


Figura 499. Crea architrave mediante apposito comando disponibile dal menu contestuale apertura. Visualizzazione del modello geometrico (a) e computazionale (b). La mesh dei pannelli adiacenti all'elemento "frame" (asta) non vengono condizionati dalla mesh dell'asta (vedi fig. b).

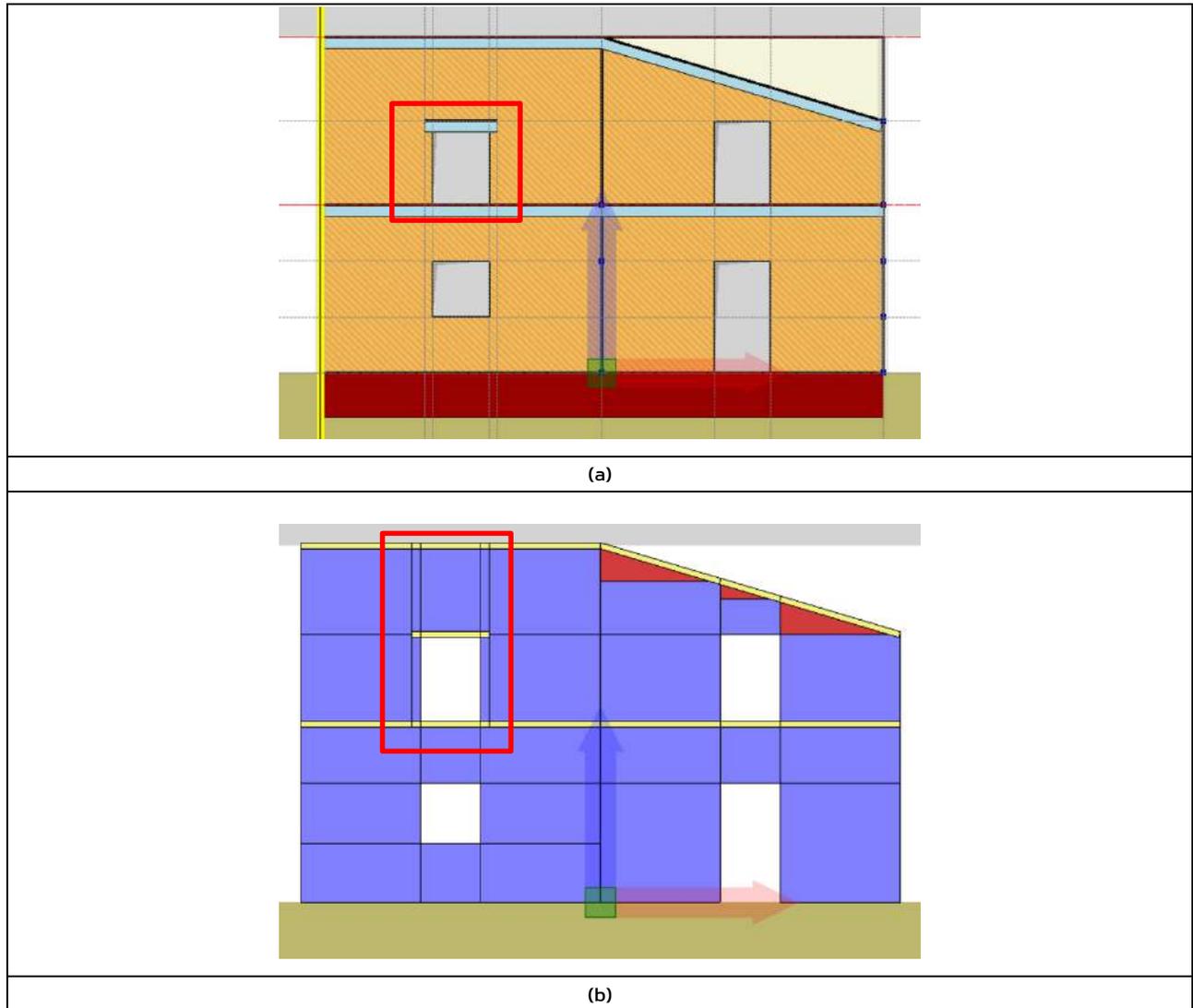


Figura 500. Crea architrave come asta (elemento frame). Visualizzazione del modello geometrico (a) e computazionale (b). La mesh dei pannelli adiacenti all'elemento "frame" (asta) viene condizionata dalla mesh dell'asta (vedi fig. b).

### 7.3. VISUALIZZAZIONE DEL MODELLO GEOMETRICO E COMPUTAZIONALE

Nella finestra principale è possibile visualizzare alternativamente il modello geometrico e quello computazionale mediante il comando ALT + C .

Attivando la visualizzazione del modello geometrico il programma fornisce una rappresentazione "reale" dell'edificio con l'effettiva posizione e spessore delle pareti e con le sezioni trasversali delle aste. Inoltre viene fornita una rappresentazione, immediata, dei materiali utilizzati. In particolare, per le murature, vengono distinte tutte le principali tipologie murarie mediante textures foto-realistiche.

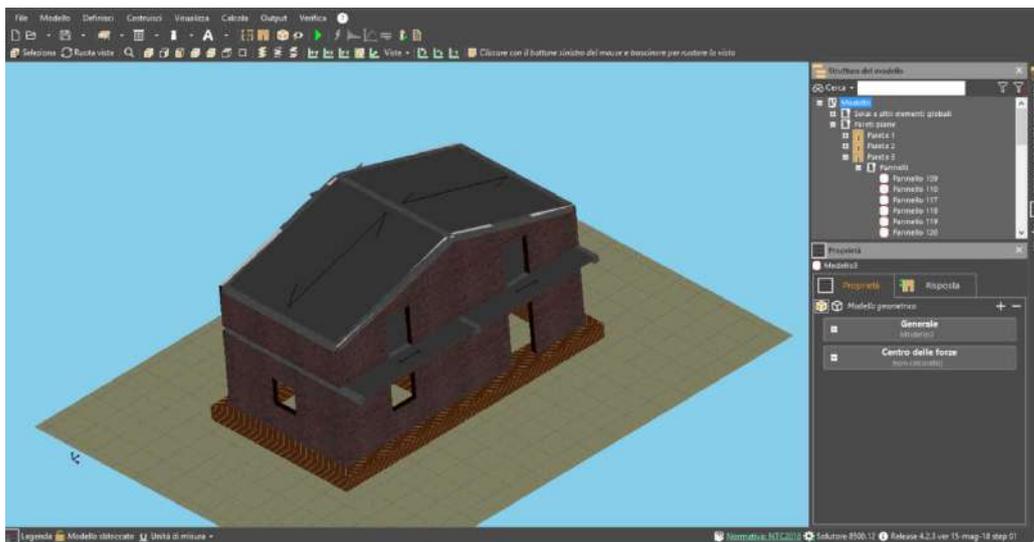


Figura 501. Vista 3D del modello geometrico.

Attivando la visualizzazione del modello computazionale è invece possibile visionare la mesh di macro-elementi e di elementi asta che costituiscono il modello.

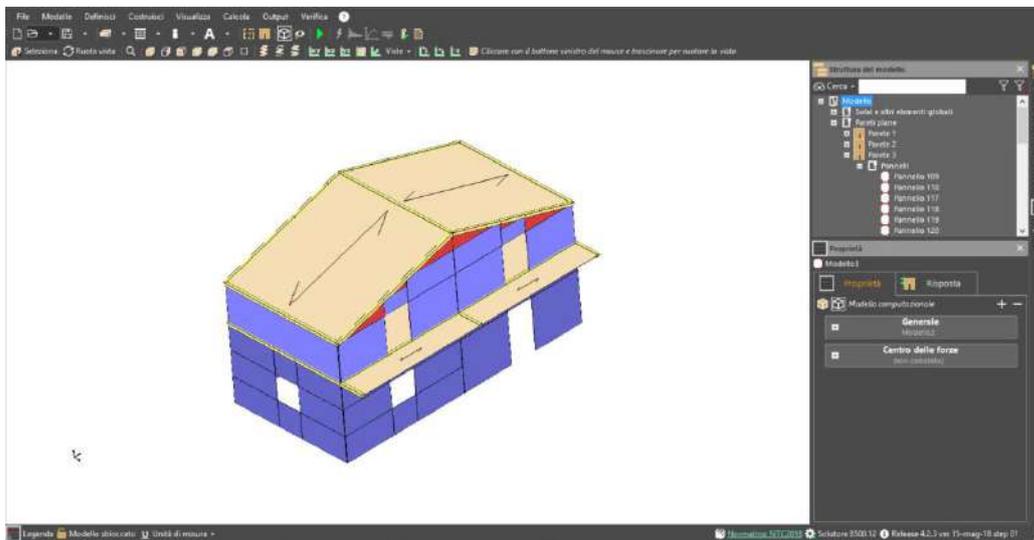


Figura 502. Vista 3D del modello computazionale.

## 8. ESECUZIONE DELLE ANALISI

Attraverso il comando “Esegui analisi” posto sulla barra rapida dei comandi (cfr. S 2.2), di seguito riportato, si accede alla finestra per la gestione e l’avvio delle analisi.



Figura 503. Esegui Analisi

La finestra è propedeutica alla definizione del set di analisi che possono o devono essere svolte, consentendone il settaggio in maniera semplificata o, mediante apposito tasto, in modalità avanzata (accedendo alla vista Dettagli).

La finestra di dialogo per la definizione delle analisi è composta essenzialmente da :

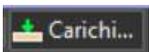
- Menu di avvio delle analisi, posto nella fascia superiore;
- Ambiente di selezione delle analisi da eseguire, visivamente disposto in posizione centrale e che si compone di vari groupbox (Analisi Pushover Sismiche, Analisi Statiche, Altre analisi)
- Finestra di opzioni, disposta sulla destra della finestra generale e con inserimento del tasto di avvio delle analisi;



Figura 504. Schermata definizione analisi

### 8.1. MENU AVVIO DELLE ANALISI

Il menu di avvio delle analisi, posto nella parte alta della finestra, permette all’utente la gestione dell’esecuzione delle analisi e la loro definizione secondo pattern predefiniti.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	Esegui le analisi: esegue tutte le analisi selezionate.
	Consente di visionare i carichi agenti su ciascun elemento, per una determinata analisi e per ogni condizione di carico.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	Imposta le analisi secondo pattern (schemi) predefiniti.

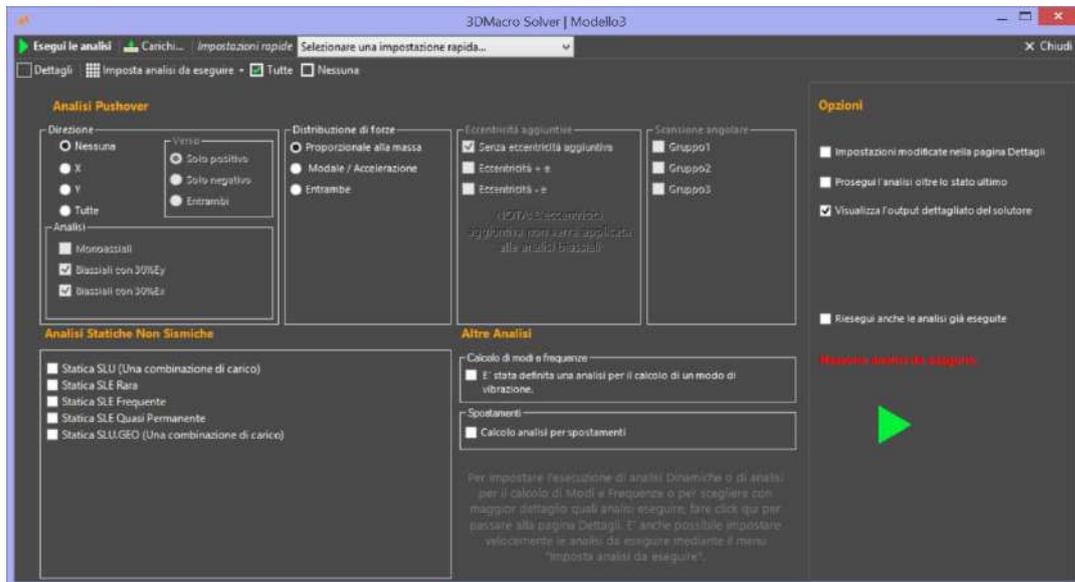


Figura 505 Apertura opzioni Impostazioni rapide e pattern definiti

## 8.2. AMBIENTE DI SELEZIONE DELLE ANALISI

In tale riquadro è possibile scegliere le analisi (definite precedentemente, cfr. § 4.3.9), che si intendono eseguire. La selezione delle analisi da eseguire può essere effettuata attraverso due modalità: la modalità di scelta "rapida", attivabile attraverso il comando



che consente di selezionare le analisi in funzione della direzione di carico, del verso, della distribuzione di forze e delle eccentricità desiderate; alternativamente l'utente può utilizzare la modalità "avanzata", attivabile attraverso il comando



che consente di selezionare le singole analisi in modo distinto ed esclusivo. Le due modalità possono essere attivate alternativamente.

All'accesso all'ambiente esecuzione analisi verrà di default visualizzata la modalità rapida ed in alternativa, tramite il tasto "dettagli" si potrà accedere a quella avanzata.

3DMacro consente di eseguire le analisi statiche non-lineari biassiali, tenendo conto della variabilità spaziale della azione sismica (coerentemente con quanto stabilito dalle NTC2018).

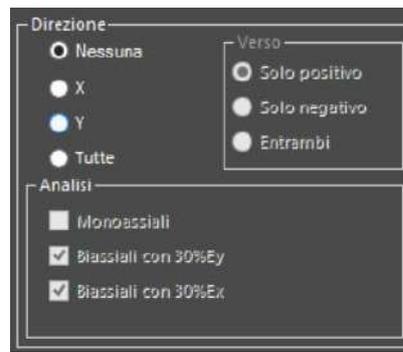


Figura 506. Modalità di scelta rapida della direzione – Verso – Analisi.

Nella **modalità di scelta "rapida"** il riquadro elenco delle analisi riporta i seguenti comandi:

- **Direzione:**
  - **Nessuna**, non esegue nessuna analisi;
  - **X**, esegue solo le analisi in direzione X;
  - **Y**, esegue solo le analisi in direzione Y;
  - **Tutte**, esegue le analisi in entrambe le direzioni.

□ **Analisi:**

In questo groupbox è possibile selezionare analisi monoassiali (lungo le direzioni principali X e Y) o biassiali in cui al 100% di una analisi in una direzione si aggiunge il 30% di quella nell'altra direzione. Esse sono caratterizzate dalla seguente espressione, per i vari gruppi di forze, (di tipo Mass, di tipo Triang):  $1,00 Ex + 0,30 Ey + 0,30 Ez$ .

Impostando le NTC2018 come Normativa di riferimento, la analisi biassiali sono sempre selezionate di default, giacchè espressamente prescritto.

- **Monoassiali**, esegue analisi in unica direzione (X o Y);
- **Biassiali con 30%Ey**, (si attiva solo se è attivata la opzione di esecuzione analisi in direzione X). Esegue solo le analisi biassiali, in cui al 100% di Ex si aggiunge il 30% di Ey (in verso positivo e negativo);
- **Biassiali con 30%Ex**, (si attiva solo se è attivata la opzione di esecuzione analisi in direzione Y). Esegue solo le analisi biassiali, in cui al 100% di Ey si aggiunge il 30% di Ex (in verso positivo e negativo).



Figura 507. Visualizzazione dei grafici, con sintesi dei risultati della stima di vulnerabilità e verifica. Indicazione della direzione.

- **Verso:**
  - **Solo positivo**, esegue solo le analisi push-over con distribuzione di forze sismiche definite nel verso positivo delle direzioni selezionate;
  - **Solo negativo**, esegue solo le analisi push-over con distribuzione di forze sismiche definite nel verso negativo delle direzioni selezionate;

- **Entrambi**, esegue le analisi push-over con distribuzione di forze sismiche definite in entrambi i versi per le direzioni selezionate.

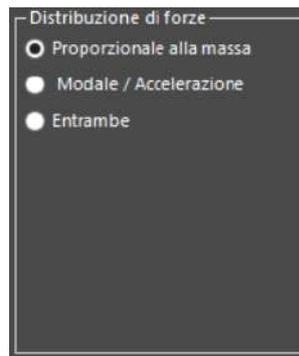


Figura 508. Groupbox di selezione della distribuzione di forze.

□ **Distribuzione di forze:**

- **Proporzionale alla massa**, esegue solo le analisi push-over con distribuzione di forze sismiche proporzionale alla massa;
- **1°Modo/Triangolare**, alternativamente possono essere scelte le due distribuzioni:
  - **Pseudo-triangolare inversa**, esegue solo le analisi push-over con distribuzione di forze sismiche proporzionale alla forma pseudo-triangolare inversa;
  - **Proporzionale al primo modo** fondamentale di vibrazione.
- **Entrambe**, esegue le analisi push-over con distribuzione di forze sismiche proporzionale alla massa e alla forma pseudo-triangolare inversa o al modo fondamentale di vibrazione.

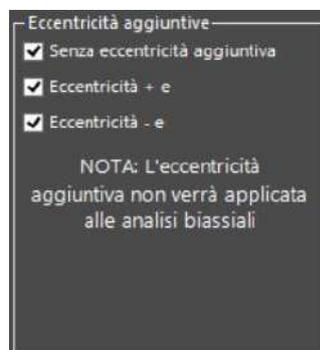


Figura 509. Groupbox di selezione delle eccentricità aggiuntive.

□ **Eccentricità aggiuntive:**

- **Senza eccentricità aggiuntiva**, le analisi vengono svolte senza eccentricità aggiuntiva
- **Eccentricità +e**, le analisi vengono condotte con eccentricità aggiuntiva accidentale, pari a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio, misurata in direzione perpendicolare a quella di applicazione della azione sismica. Con eccentricità positiva (nella direzione positiva dell'asse).
- **Eccentricità -e**, le analisi vengono condotte con eccentricità aggiuntiva accidentale, pari a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio, misurata in direzione perpendicolare a quella di applicazione della azione sismica. Con eccentricità negativa (nella direzione negativa dell'asse).



### APPROFONDIMENTO

*Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze, deve essere attribuita al centro di massa un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per i soli edifici e in assenza di più accurate determinazioni, l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0,05 volte la dimensione media dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti. (Cfr. § 7.2.6 delle NTC2018 - "Modellazione dell'azione sismica").*



### ATTENZIONE

*L'eccentricità aggiuntiva non viene applicata alle analisi Biassiali, giacchè non espressamente richiesto dalle NTC attuali.*

#### □ Scansione angolare:

- **Gruppo 1, 2, 3:** riporta i tre gruppi di analisi a scansione angolare definiti nella apposita finestra (cfr. § 4.3.9.3). Spuntando il riquadro corrispondente tutte le analisi appartenenti al gruppo verranno selezionate per il lancio. I riquadri corrispondenti ai gruppi di analisi saranno abilitati solo se sono stati definiti opportunamente i gruppi e riportano il nome scelto in fase di definizione del gruppo. Qualora il gruppo non sia stato definito, il riquadro risulterà disabilitato e riporterà un nome di default generico. Accedendo alla sezione "Dettagli" della finestra è possibile visualizzare l'intero elenco delle analisi del gruppo selezionate per la fase di elaborazione. Se una analisi appartenente a un gruppo viene selezionata, o esclusa, tale modifica viene applicata a tutte le altre analisi del gruppo. Non è quindi possibile eseguire una o più analisi di un gruppo singolarmente, escludendo le altre.



Figura 510. Groupbox di selezione dei gruppi di analisi a scansione angolare

#### □ Analisi statiche non sismiche:

- **Statica SLU:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, combinati applicando i coefficienti di combinazione e quelli parziali per le azioni, previsti per le verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR).
- **Statica SLU (GEO):** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, combinati applicando i coefficienti di combinazione e quelli parziali per le azioni, previsti per le verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU) di tipo geotecnico (GEO).
- **Statica SLE Rara:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, adottando una combinazione rara (o caratteristica), impiegata generalmente per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (SLE) irreversibili.
- **Statica SLE Frequente:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, adottando una combinazione frequente, impiegata generalmente per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio reversibili (SLE).

- **Statica SLE Quasi-Permanente:** indica un'analisi statica per carichi gravitazionali, adottando una combinazione quasi permanente, impiegata generalmente per le verifiche agli Stati Limite di Esercizio, per gli effetti a lungo termine (SLE).
- **Statica SLUGEO** (2 combinazioni di carico).
- **Altre analisi**
  - **Calcolo modi e frequenze,** permette di effettuare un'analisi modale sulla struttura per la determinazione di modi e frequenze in numero prescelto. Il numero dei modi prescelto viene indicato. Questa analisi viene eseguita sempre di default, giacché è necessaria per la stima di vulnerabilità, ai fini della determinazione del fattore di partecipazione modale, gamma, calcolato con analisi modale, ovvero proporzionale al modo di vibrare principale della struttura (cfr. § 11.1.1 e 11.1.5.3). Nella modalità di selezione delle analisi in "vista semplice" non è possibile selezionare questa analisi (che come già detto verrà comunque eseguita di default), se si vuole selezionare/deselezionare occorre portarsi in modalità "dettagli" (modalità avanzata di selezione delle analisi).
  - **Calcolo analisi per spostamenti,** avvia l'analisi per spostamenti, ovvero un'analisi statica non lineare, che procede a successivi incrementi di spostamenti, nei casi in cui sono stati applicati alla struttura campi di spostamenti assegnati (si vedano i cedimenti fondali o spostamenti cfr. § 1.8). E' possibile impostare questa analisi come analisi di partenza per le pushover dalla finestra di Definizione delle Analisi (cfr. § 4.3.9).

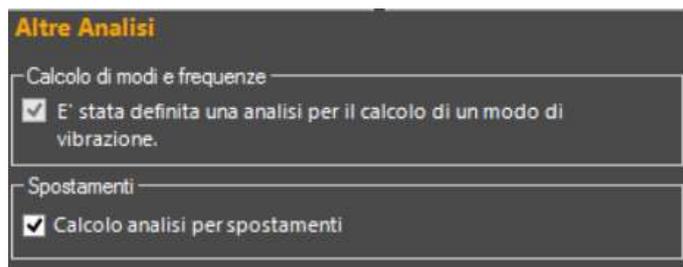


Figura 511. Groupbox di selezione di altre analisi – Calcolo modi e frequenze e Spostamenti



### ATTENZIONE

*Prima di effettuare il calcolo di modi e frequenze, il programma esegue automaticamente l'analisi che è stata impostata come analisi di partenza (ad esempio la "Vert"), in modo da acquisire lo stato della struttura all'ultimo passo e determinare la matrice di rigidità.*



### APPROFONDIMENTO

*A partire da una caratterizzazione dinamica di dettaglio 3DMacro® determina in automatico i modi predominanti per ciascuna direzione di carico, che vengono quindi utilizzati per determinare la forma del carico pseudo-statico.*

*Tale procedura permette di determinare la percentuale di massa partecipante associata a ciascuna analisi condotta sul modello, e quindi di verificare i limiti imposti dalla norma per ciascuna tipologia costruttiva. Inoltre **nelle analisi proporzionali ai modi** la distribuzione di carico risulta essere più aderente al reale andamento delle forze d'inerzia conseguenti al sisma, consentono pertanto di predire meglio la risposta della struttura e le sue reali capacità. L'impiego di tali analisi è preferibile soprattutto per edifici irregolari in altezza, per i quali la distribuzione triangolare inversa può risultare poco realistica (edifici sopraelevati con tipologie costruttive differenti).*

Le **analisi push-over con distribuzioni modali** saranno oggetto di ulteriori sviluppi che riguarderanno la possibilità di considerare contemporaneamente più modi, opportunamente combinati tra loro (analisi multi-modale), e quella di aggiornare le forme modali durante l'analisi (analisi adattive). Tali nuove funzionalità risulteranno particolarmente utili nello studio di edifici irregolari (in pianta e in altezza), caratterizzati da forti effetti torsionali, presenti fin dalla condizione di quiete, oppure formati a seguito del progressivo degrado della struttura.

### 8.3. FINESTRA DI OPZIONI

LA finestra consente l'impostazione di parametri opzionali e l'avvio dell'esecuzione delle analisi definite.

La finestra contiene le seguenti voci

- Impostazioni modificate nella pagina dei Dettagli. Questo comando si abilita quando sono state selezionate le analisi da eseguire attraverso la modalità "avanzata": deselezionando questo comando vengono ignorate le scelte operate attraverso la modalità avanzata;
- Proseguì oltre lo stato ultimo. Consente di spingere l'analisi oltre i parametri indicati dallo stato ultimo, in modo che un'eventuale variazione in uno di tali parametri può essere eseguita nella fase di post-processor, evitando eventualmente di rieseguire le analisi.
- Visualizza l'output dettagliato del solutore Spuntando questo comando è possibile visualizzare i dettagli delle analisi eseguite dal solutore attraverso la sottofinestra "Dettagli"
- Riesegui anche le analisi già eseguite. Consente di rieseguire anche le analisi già condotte.
- Tasto avvio analisi. Il tasto avvia l'esecuzione analisi.

Se viene attivata la **modalità di scelta "Dettagli"** è possibile impostare o inibire l'esecuzione di ciascuna analisi. In fase di esecuzione inoltre viene visualizzato lo stato di avanzamento della sessione di calcolo indicando quali analisi sono state eseguite (completate e non), quali in esecuzione e quali ancora da eseguire.

Da eseguire	Nome dell'analisi	Direzione delle forze	Distribuzione di forze	Fase a controllo di forza	Fase a controllo di spostamento	Note
<input type="checkbox"/>	Pushover -X Massa - e	-X	Gruppo2 (distribuzioni second...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +Y Massa - e	+Y	Gruppo2 (distribuzioni second...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -Y Massa - e	-Y	Gruppo2 (distribuzioni second...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +X Acc - e	+X	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -X Acc - e	-X	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +Y Acc - e	+Y	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -Y Acc - e	-Y	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input checked="" type="checkbox"/>	Pushover +1.00Ex +0.30Ey Massa	Ex+0.3Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Eseguita	Eseguita	Eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Massa	0.3Ex+1Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Eseguita	Eseguita	Eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -0.30Ex +1.00Ey Massa	-0.3Ex+1Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Eseguita	Eseguita	Eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -1.00Ex +0.30Ey Massa	-Ex+0.3Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -1.00Ex -0.30Ey Massa	-Ex-0.3Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -0.30Ex -1.00Ey Massa	-0.3Ex-1Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +0.30Ex -1.00Ey Massa	0.3Ex-1Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +1.00Ex -0.30Ey Massa	Ex-0.3Ey	Gruppo2 (distribuzioni second...	Eseguita	Eseguita	Eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +1.00Ex +0.30Ey Acc	Ex+0.3Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Acc	0.3Ex+1Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -0.30Ex +1.00Ey Acc	-0.3Ex+1Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -1.00Ex +0.30Ey Acc	-Ex+0.3Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -1.00Ex -0.30Ey Acc	-Ex-0.3Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover -0.30Ex -1.00Ey Acc	-0.3Ex-1Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +0.30Ex -1.00Ey Acc	0.3Ex-1Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita
<input type="checkbox"/>	Pushover +1.00Ex -0.30Ey Acc	Ex-0.3Ey	Gruppo1 (distribuzioni princip...	Non eseguita	Non eseguita	Non eseguita

Figura 512. Modalità di scelta avanzata e dettagli delle analisi

La scelta delle analisi può avvenire anche attraverso il menu rapido “imposta analisi da eseguire”: i comandi contenuti in questo menu consentono la selezione rapida delle analisi in funzione della tipologia.

E' inoltre possibile accedere ai **dettagli dell'esecuzione delle analisi**, portandosi sull'elenco delle analisi e cliccando sul bottone disponibile nella colonna “**Note**” (che riporta lo stato dell'analisi, “**Eseguita**” o “**Non eseguita**”).

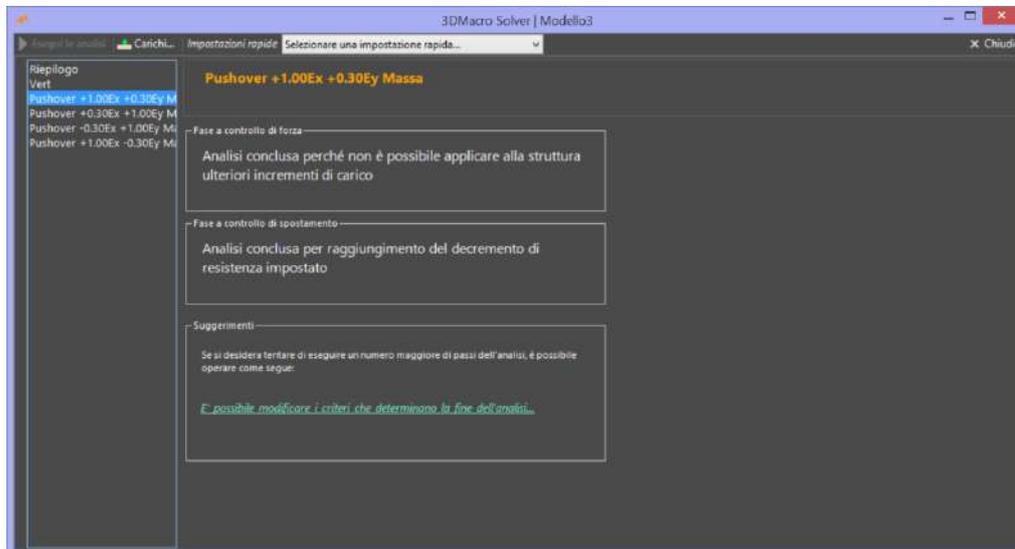


Figura 513. Dettagli esecuzione analisi.

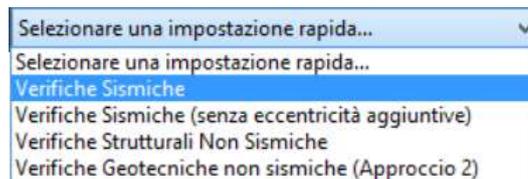


Figura 514. Menu rapido “imposta analisi da eseguire”.

Inoltre sono disponibili i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
<input checked="" type="checkbox"/> Tutte	<b>Tutte:</b> seleziona tutte le analisi definite.
<input type="checkbox"/> Nessuna	<b>Nessuna:</b> cancella la selezione delle analisi.

#### 8.4. FINESTRA DELLO STATO DELLE ANALISI ESEGUITE

Alla chiusura delle analisi, viene visualizzata una finestra riassuntiva che raccoglie informazioni relative alle analisi condotte. Detta finestra consente di visualizzare immediatamente quante analisi sono state eseguite e quali sono le cause dell'interruzione delle stesse.



Figura 515 Esempio finestra di riepilogo delle analisi eseguite

#### 8.5. FINESTRA DI STATO DELLE ANALISI ED ANTEPRIMA DELLA CURVA DI PUSH-OVER

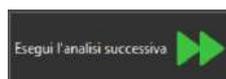
Nella finestra di sinistra vengono riportati tutti i messaggi riguardanti lo stato di esecuzione dell'analisi corrente. Il riquadro centrale della finestra riporta i messaggi principali, come il nome o il passo corrente dall'analisi.

La sottofinestra "Dettagli", visualizzabile solo se nell'ambiente di selezione delle analisi è stata spuntata l'opzione "visualizza l'output dettagliato del solutore", riporta ulteriori informazioni relative alle iterazioni compiute all'interno di un singolo passo di carico.

La finestra di stato dell'analisi riporta inoltre utili informazioni sul progresso dell'analisi, e sull'eventuale raggiungimento di uno dei criteri che comportano il raggiungimento dello stato ultimo per l'analisi considerata, o le informazioni sul tipo di criterio che ha comportato la fine di un'analisi (labilità, eccessivo numero di iterazioni in un passo, ecc...).

Nella finestra di anteprima della curva di push-over posta a destra vengono costruite, in tempo reale, le curve di capacità della struttura relative all'analisi in esecuzione.

Questa finestra è divisa in schede, ognuna delle quali consente la visualizzazione delle curve di capacità relative alle analisi eseguite.



Il comando *Esegui l'analisi successiva* consente di passare alla successiva analisi, anche mentre la analisi è in esecuzione. Questa operazione consente comunque di salvare i risultati sino a quel momento ottenuti dalla analisi in corso.

Analisi	Direzione/Direzioni	Fase a controllo di forza	Fase a controllo di spostamento	Stato
vert	Z	Eseguita (3 passi)	Eseguita (3 passi)	Eseguita
Pushover +X Massa	+Y Gruppo1 (distribuzione secondaria)	Interrotta per problemi numerici (21 passi)	Interrotta per criteri SLU (26 passi)	Interrotta per criteri SLU
Pushover +Y Massa	+Y Gruppo2 (distribuzione secondaria)	Eseguita (31 passi)	Interrotta per criteri SLU (25 passi)	Interrotta per criteri SLU
Analisi modale (3 moduli)		Eseguita (3 passi)		Eseguita

Al completamento delle analisi, nella tabella in alto è possibile leggere, per le rispettive fasi a controllo di forze e di spostamento, l'esito delle analisi e lo stato finale. Se l'analisi o la singola fase non viene completata correttamente, ad esempio nei casi in cui l'analisi viene interrotta per problemi numerici, la cella della tabella viene evidenziata in rosso e riportato il messaggio "interrotta per ....". Se invece la fase viene completata o viene comunque interrotta per raggiunti criteri di capacità agli stati limite, la cella viene evidenziata in blu (ad esempio "eseguita" oppure "interrotta per criteri...").

Sotto la colonna Stato, viene riportato lo stato finale o in atto dell'analisi: *eseguita*, *in esecuzione*, *interrotta per criteri SLU*

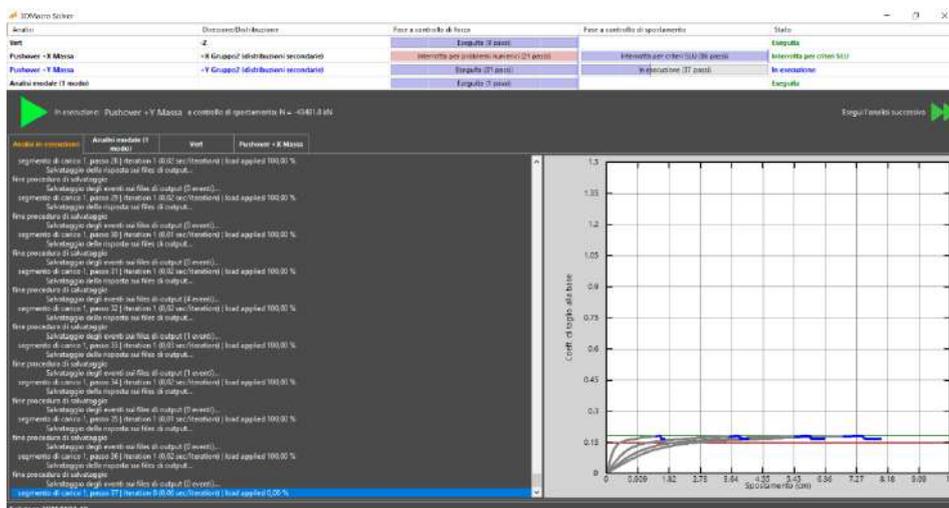


Figura 516 Finestra avanzamento analisi - Antepresa della curva pushover di una delle analisi eseguite.

Il numero di curve di capacità visualizzate nella finestra di antepresa dell'analisi è pari al numero di punti di controllo che durante l'analisi vengono monitorati, e che nella fase a controllo di spostamento dell'analisi vengono adottati come punti in cui lo spostamento viene imposto.

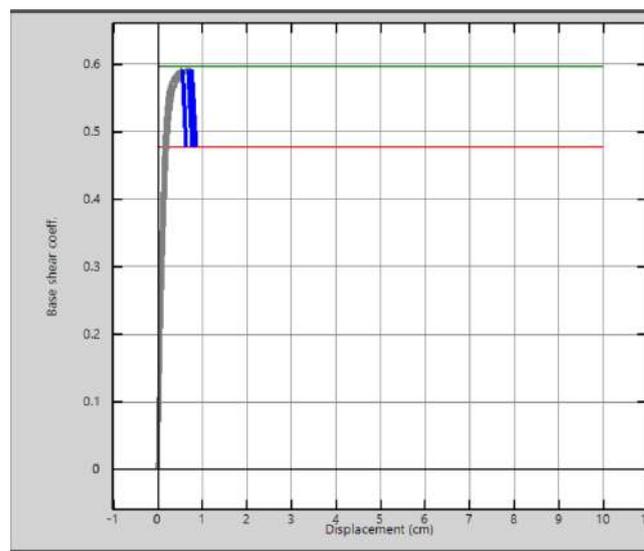


Figura 517. Antepresa della curva di capacità

Ciascuna curva rappresenta lo spostamento del punto di controllo (nella direzione dell'analisi, cfr. § 4.3.9) al variare del coefficiente di taglio alla base  $C_b$ , pari al rapporto tra il taglio alla base  $V_b$  ed il peso della struttura  $W$ . Gli spostamenti sono espressi in cm, mentre il coefficiente di taglio alla base è un numero adimensionale.

Per ogni curva di capacità (analisi pushover sismiche) è possibile distinguere la fase a controllo di forze (porzione di curva riportata in nero), dalla fase a controllo di spostamenti (porzione di curva riportata in blu, cfr. manuale teorico).

Nel grafico inoltre vengono riportate due rette orizzontali che indicano la massima resistenza raggiunta dalla struttura (linea di colore verde) e il livello di resistenza (linea di colore rosso) pari alla percentuale di degrado massimo raggiunto. Tale degrado è esprimibile in percentuale rispetto al valore del picco massimo raggiunto dal tagliante alla base: l'analisi a controllo di spostamento prosegue sino al raggiungimento di un valore di degrado pari a quello specificato in fase di input. Tale parametro è definibile nella finestra "definisci analisi" (cfr. § 4.3.9, opzione "Interrompi l'analisi quando il tagliante alla base si riduce al..."); di default si assume pari al 20%, come stabilito dalle recenti normative.

Con riferimento alle analisi modali, il solutore riporta nel log le informazioni sui modi determinati e l'errore numerico che sarà al di sotto della tolleranza fissata da interfaccia. Il log restituisce informazioni utili nel caso in cui l'analisi non dovesse convergere, indicando anche cosa l'utente deve fare per risolvere il problema di convergenza numerica (es. impostare un maggiore numero max di iterazioni, impostare una tolleranza più ampia, etc.).

Processing analysis	Analisi modale (5 modi)	Vert
calculating the modes and frequencies 'Analisi modale (5 modi)'...		
Computing mass matrix for the analysis 'Analisi modale (5 modi)'...		
Mode 1, T = 0.594733 sec, f = 10.559358 rad/sec, Error = 0.009659 < toll = 0.010000, Iterations = 34 < MaxIterations = 100		
Mode 2, T = 0.538663 sec, f = 11.658305 rad/sec, Error = 0.009708 < toll = 0.010000, Iterations = 8 < MaxIterations = 100		
Mode 3, T = 0.329367 sec, f = 19.066854 rad/sec, Error = 0.005099 < toll = 0.010000, Iterations = 11 < MaxIterations = 100		
Mode 4, T = 0.188032 sec, f = 33.398649 rad/sec, Error = 0.005245 < toll = 0.010000, Iterations = 23 < MaxIterations = 100		
Mode 5, T = 0.158253 sec, f = 39.683298 rad/sec, Error = 0.003686 < toll = 0.010000, Iterations = 17 < MaxIterations = 100		
Save response in the output file...		
completato_STEP1		
completato_STEP2		
completato_STEP3		
completato_STEP4		
completato_STEP4		
completato_STEP5		
fine procedura di salvataggio		
fine procedura di salvataggio		

Figura 518. Log del solutore per l'Analisi modale



## APPROFONDIMENTO

*Un'analisi può considerarsi conclusa nei seguenti casi:*

- *nel caso di analisi statiche a controllo di forze se viene applicato l'intero carico;*
- *nel caso di analisi statiche a controllo di spostamento se vengono imposti interamente gli spostamenti;*
- *nel caso di analisi dinamiche se viene raggiunta la convergenza in ogni passo dell'accelerogramma.*

*Tuttavia questo non accade sempre. È frequente infatti il caso in cui un'analisi venga interrotta per qualche motivo. In particolare si distinguono i seguenti casi:*

- *struttura quasi-labile, corrisponde all'eventualità in cui non sia più possibile fattorizzare la matrice di rigidezza;*
- *incremento negativo di energia esterna, corrisponde a probabili problemi numerici che si manifestano con divergenze nella soluzione del sistema lineare;*
- *eccessivi spostamenti, indica una perdita di rigidezza della struttura tale che in qualche punto è stato superato lo spostamento massimo previsto dall'utente;*
- *perdita di accuratezza della soluzione, che si manifesta con una divergenza nella misura delle sollecitazioni negli elementi;*
- *eccessiva riduzione del taglio alla base, che indica che il taglio corrente è sceso al di sotto di una certa percentuale del taglio massimo (spesso questo criterio è coerente con prescrizioni normative);*
- *raggiungimento della rotazione ultima di una cerniera plastica, criterio spesso in accordo con prescrizioni normative;*
- *raggiungimento della rotazione flessionale ultima in un pannello, coerentemente con quanto prescritto dalle norme;*
- *eccessivo numero di passi raggiunto, che non indica tuttavia un'impossibilità di proseguire l'analisi, pertanto questo limite può essere superato prevedendo un incremento nel numero di passi massimo previsto dall'analisi;*
- *eccessivo numero di passi nella redistribuzione raggiunto, che non indica tuttavia un'impossibilità di proseguire l'analisi, pertanto questo limite può essere superato prevedendo un incremento nel numero dei passi massimo nelle redistribuzioni previsto dall'analisi;*
- *eccessivo numero di iterazioni nel passo raggiunto, che non indica tuttavia un'impossibilità di proseguire l'analisi, pertanto questo limite può essere superato prevedendo un incremento nel numero di iterazioni massimo nel passo previsto dall'analisi.*

*Nel caso in cui un'analisi venga interrotta, anche quelle che da essa dipendono non potranno essere eseguite in*

## 9. PROCEDURE DI CALCOLO

### 9.1. PREMESSA

**3DMacro®** dispone di un solutore che consente di eseguire analisi statiche non lineari (*analisi push-over*). L'utilizzo delle analisi push-over nel campo dell'ingegneria sismica ha avuto, negli ultimi anni, un notevole incremento; sempre più professionisti infatti si affidano alle analisi push-over per progettare nuove strutture o verificarne di esistenti, supportati dal continuo progresso della tecnologia che mette a disposizione personal computer sempre più potenti e dalle recenti normative nazionali e internazionali che dettano linee guida sempre più dettagliate. Il punto di forza degli approcci basati sulle analisi push-over è legato alla possibilità di indagare il comportamento sismico di una struttura, al progredire del danneggiamento, fino a predire la massima resistenza e il relativo meccanismo di collasso, con un onere computazionale e facilità interpretativa notevolmente vantaggiose rispetto a qualsiasi altro approccio, compreso l'utilizzo delle più evolute analisi dinamiche. Naturalmente l'argomento è tutt'altro che chiuso, il mondo accademico continua a dedicare numerosi studi rivolti a raffinare tale approccio, soprattutto al fine di individuare le distribuzioni di forze più adatte a simulare gli effetti di un sisma o la possibilità di una loro evoluzione al progredire dell'analisi.

### 9.2. LA PROCEDURA DI ANALISI PUSH-OVER

Com'è noto, l'analisi push-over viene ottenuta come analisi incrementale della struttura soggetta ad una distribuzione di forze laterali crescente fino al determinarsi di una condizione che possa ritenersi rappresentativa del collasso strutturale. La soluzione viene ottenuta mediante un'analisi incrementale al passo in cui vengono risolte le equazioni di equilibrio statico in forma incrementale

$$\mathbf{K} \cdot \Delta \mathbf{u} = \Delta \mathbf{F}$$

essendo  $\mathbf{K}$  la matrice di rigidezza tangente aggiornata all'inizio del passo di carico,  $\Delta \mathbf{F}$  il vettore che individua l'incremento di carico nel passo e  $\Delta \mathbf{u}$  il corrispondente incremento di spostamenti. L'analisi può essere condotta a controllo di forze o a controllo di spostamenti o mediante procedure che prevedono un controllo sia delle forze che degli spostamenti. La distribuzione di forze che viene applicata serve a simulare la distribuzione di forze sismiche che impegna la struttura se soggetta ad un terremoto e deve essere tale da produrre una risposta sufficientemente vicina a quella che subirebbe l'edificio se soggetto all'input sismico di progetto. Le analisi push-over convenzionali prevedono distribuzioni di forze il cui rapporto si mantiene costante durante tutta l'analisi e generalmente si assumono proporzionali al modo fondamentale di vibrazione nella direzione considerata o ad approssimazioni del modo fondamentale, come nel caso di distribuzioni triangolari inverse, oppure distribuzioni proporzionali alla massa dell'edificio. Allo scopo di migliorare la predizione della risposta sismica, soprattutto per edifici alti o irregolari, in letteratura sono state proposte ed applicate metodologie di analisi push-over più avanzate, alcune delle quali prevedono più analisi associate al contributo di più distribuzioni di forme modali mentre altre, dette adattive, propongono un aggiornamento della distribuzione di forze o di spostamenti durante l'analisi che tenga conto del progressivo degrado cui risulta soggetta la struttura durante la risposta non lineare.

I metodi convenzionali, associati a distribuzioni spaziali costanti del vettore di carico, che cresce solo proporzionalmente in intensità, in genere forniscono risultati sufficientemente attendibili per gli edifici in muratura semplice o confinata. Tuttavia per tali tipologie strutturali, generalmente meno duttili rispetto agli edifici in acciaio o in calcestruzzo armato, vi è anche la necessità di cogliere la fase di degrado della resistenza come peraltro imposto dalle vigenti prescrizioni

normative per gli edifici esistenti in muratura. Ciò comporta la necessità di procedere, almeno nella fase di riduzione della resistenza, mediante analisi a controllo di spostamenti o mediante procedure che consentano di misurare la resistenza residua dell'edificio anche a seguito di crisi locali e le conseguenti ridistribuzioni di forze.

Nel paragrafo che segue vengono riportati gli aspetti essenziali della procedura di analisi statica non lineare implementata nel solutore del **3DMacro®**. Per maggiori dettagli si rimanda al manuale teorico.

### 9.3. LA PUSH-OVER 3DMACRO®

La metodologia adottata nel presente lavoro prevede due fasi distinte. Una prima fase a controllo di forze in cui il vettore di carico viene applicato proporzionalmente ed in modo incrementale fino ad una condizione di singolarità della matrice di rigidezza, dovuta all'incapacità della struttura di sostenere ulteriori incrementi di carico. Una successiva fase in cui alla struttura vengono imposti sia incrementi di spostamento che incrementi di forze in modo da garantirne l'equilibrio e valutarne la resistenza residua all'aumentare del livello di deformazione.

Nella fase a controllo di forze il vettore di carico (**F**) ha una forma prefissata, proporzionale alle masse o di tipo triangolare inversa (alternativamente può essere assunta una distribuzione proporzionale al modo fondamentale di vibrazione), mentre viene incrementata a passi regolari la sua intensità.

$$dF = \lambda_{step} \cdot F_0$$

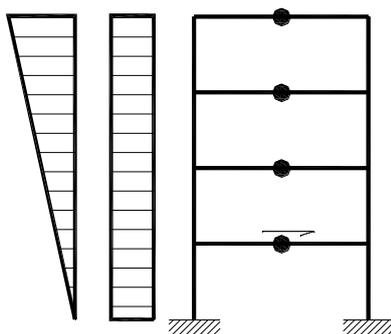


Figura 519. Distribuzioni di forze orizzontali

La procedura di analisi a controllo di spostamento viene avviata quando la struttura non è più in grado di resistere ad ulteriori incrementi di carico, ciò comporta che la matrice di rigidezza del sistema non risulta più invertibile. In questa condizione ad ulteriori incrementi di spostamento nella struttura non corrispondono incrementi di resistenza, al contrario la struttura è caratterizzata da un progressivo decadimento di resistenza associato al susseguirsi di rotture e/o degni di elementi strutturali che hanno raggiunto le loro riserve di duttilità o i limiti di resistenza.

La fase a controllo di spostamento viene eseguita imponendo un campo di spostamenti, nella direzione dell'analisi, ad una serie di punti rappresentativi della struttura (ad esempio i baricentri degli impalcati). Tale distribuzione di spostamenti imposti viene determinata dal programma in modo da amplificare la deformata registrata nell'ultimo passo della fase a controllo di forza.

Uno dei punti a spostamenti imposti viene considerato come punto "target" e il suo spostamento verrà monitorato durante l'analisi in modo da determinare l'ampiezza massima della deformata attribuita alla struttura.

#### 9.4. LE RIDISTRIBUZIONI DELLE FORZE

A seguito di una rottura fragile l'elemento viene rimosso dal modello e si procede alla ridistribuzione delle forze a cui risulta soggetto il resto della struttura.

La ridistribuzione viene condotta mantenendo bloccati gli spostamenti imposti, indicando con  $u_R$  il vettore degli spostamenti mantenuti liberi, il legame costitutivo può essere espresso nella seguente forma :

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{12}^t & K_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_R \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_R \\ r \end{bmatrix}$$

Dove il vettore  $f_R$  rappresenta le forze nodali esterne equivalenti alle forze elastiche interne cui risulta soggetto l'elemento che giunge a rottura, e il vettore  $r$  rappresenta le reazioni che si generano in corrispondenza dei gradi di libertà bloccati.

Risolviendo il sistema si ottiene:

$$\begin{cases} u_R = K_{11}^{-1} \cdot f_R \\ r = K_{12}^t \cdot u_R \end{cases} \quad (4)$$

Le reazioni vincolari  $r$  corrisponderanno alla perdita di resistenza della struttura durante la ridistribuzione, come illustrato nella rappresentazione che segue in cui viene bloccato solo lo spostamento di sommità della struttura.

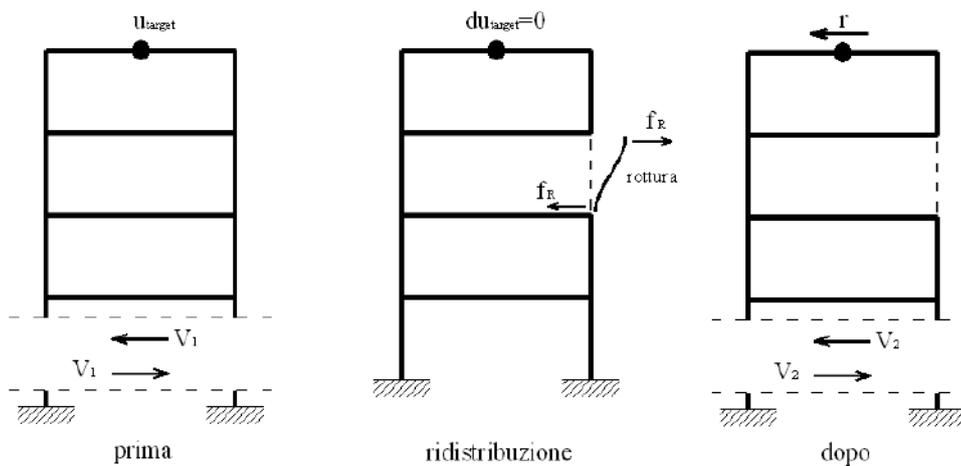


Figura 520. Rottura di un elemento

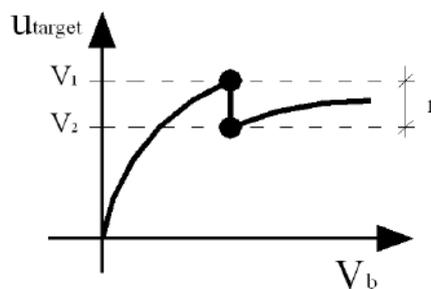


Figura 521. Repentino calo del taglio alla base a seguito della rottura di un elemento strutturale.

## 9.5. SISTEMI LINEARI E PROCEDURE NUMERICHE

Durante le analisi l'operazione che viene più frequentemente eseguita è la risoluzione del sistema lineare  $K \Delta u = \Delta p$ , in grado di calcolare l'incremento di spostamenti nel passo. Questa operazione può essere eseguita anche centinaia di volte durante un'analisi. Si capisce pertanto come questa operazione vada resa più efficiente possibile.

3DMacro® presenta un duplice vantaggio da questo punto di vista: il modello di calcolo implementato contiene, in maniera decisiva, il numero complessivo dei gradi di libertà della struttura, consentendo la modellazione di edifici di grande dimensione con un numero limitato di gradi di libertà e riducendo la complessità del sistema lineare da risolvere al passo.

La gestione delle matrici in formato sparso consente inoltre l'impiego di procedure numeriche ottimizzate per la risoluzione di sistemi lineari di grande dimensione, velocizzando il calcolo pur rispettando la necessaria accuratezza e precisione richiesta.

## **SEZIONE-III**

# **F A S E   D I   P O S T - P R O C E S S I N G   E O            U            T            P            U            T**

## 10. STRUMENTI DI VISUALIZZAZIONE DELLA RISPOSTA

### 10.1. INTRODUZIONE

Al termine delle elaborazioni il programma fornisce, per ciascuna delle analisi eseguite, la curva di capacità e una serie di parametri di risposta che facilitano l'interpretazione dei risultati. Essi comprendono: deformate, indicatori di danno, sollecitazioni sugli elementi, curve di capacità.

Le deformate sono visualizzabili direttamente dalla finestra centrale di visualizzazione (cfr. § 2.1) e avvalendosi degli strumenti contenuti nella finestra delle proprietà (cfr. § 2.4) per la gestione dei risultati. Tutte gli altri strumenti sono contenuti nel menu output (cfr. § 4.7).

I comandi contenuti nella finestra delle proprietà permettono di scegliere l'analisi e il passo in cui si vuole visualizzare la risposta. In alternativa può essere visualizzata la risposta della struttura in corrispondenza di uno stato limite (per esempio il TU 2008 individua gli stati limite di collasso SLC, di danno SLD, di salvaguardia della vita SLV, di operatività SLO), al raggiungimento della configurazione che è in grado di sopportare la struttura (detta anche configurazione di "capacità") o di quella relativa al raggiungimento del livello prestazionale stabilito dalla normativa adottata (detta anche configurazione di "richiesta").

Le recenti normative stabiliscono infatti che ciascuna struttura deve soddisfare un determinato livello prestazionale in corrispondenza di ciascun stato limite, legato al raggiungimento di un preciso valore in termini di azione sismica attesa o di deformabilità richiesta: il raggiungimento di un livello prestazionale è associabile ad una particolare configurazione strutturale.

Il software 3DMacro® controlla se il livello prestazionale richiesto è soddisfatto rispetto alla capacità disponibile, ossia al livello di sollecitazione e di deformazione che la struttura è in grado di sopportare.

### 10.2. FINESTRA DELLE PROPRIETA' IN FASE DI OUTPUT

La visualizzazione della risposta viene attivata mediante il comando "risultati" presente nella finestra delle proprietà.

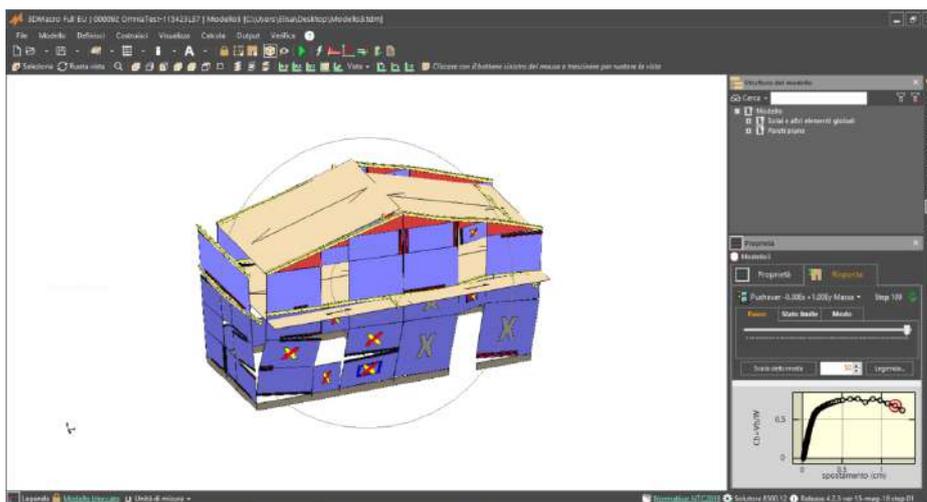


Figura 522. Finestra di gestione della risposta.

In fase di output, la finestra delle proprietà consente la visualizzazione delle curve di capacità (push-over), ottenute da ciascuna elaborazione. All'interno della finestra è presente un menu a tendina da cui è possibile selezionare una delle analisi precedentemente elaborata.

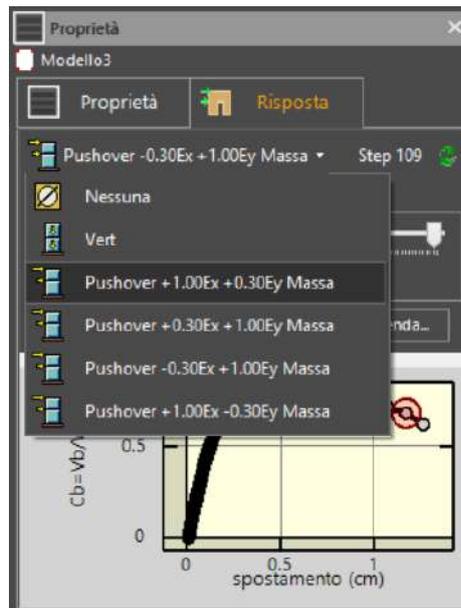


Figura 523. Menu a tendina seleziona analisi.

La parte 'utile' della curva di capacità, quella cioè sulla quale viene calcolato il sistema ridotto, è rappresentata nell'anteprima con una linea più spessa, mentre quella che va oltre lo stato ultimo è riportata con una linea più sottile.

Subito sotto è possibile scegliere due schede corrispondenti a due diverse modalità di visualizzazione dei passi delle analisi della curva di capacità:

- Scheda **"Passo"**: in questa modalità è possibile selezionare i vari passi dell'analisi non lineare. Tali passi sono evidenziati nel grafico della curva push-over con dei cerchietti di colore grigio e sono selezionabili sia cliccando direttamente sugli stessi, sia attraverso il cursore di selezione posto sopra il grafico.

Il programma consente di visualizzare, di default, la risposta dell'edificio corrispondente al passo corrispondente alla capacità del primo stato limite. Se si modifica il passo dell'analisi, è possibile ritornare all'impostazione di default cliccando sul comando aggiorna .

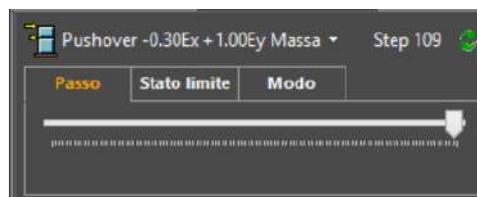


Figura 524. Scheda passo: in basso il cursore di selezione dei passi dell'analisi push-over.

- Scheda **"Stato limite"**: in questa modalità è possibile selezionare i passi dell'analisi non lineare selezionata in corrispondenza di uno stato limite (come definiti nella finestra impostazioni generali, cfr. § 4.2.1.6), al raggiungimento della configurazione che è in grado di sopportare la struttura (detta anche configurazione di "capacità") o di quella relativa al raggiungimento del livello prestazionale stabilito dalla normativa adottata (detta anche configurazione di "richiesta").

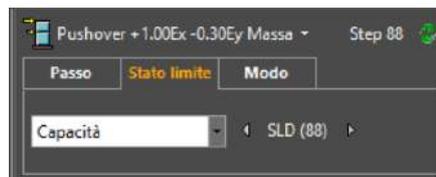


Figura 525. Scheda stato limite: a sinistra il menu a tendina "capacità/riciesta".

- Scheda **"Modo"**: Consente la visualizzazione dei dettagli relativi all'analisi modale ed al numero di modi individuati.



Figura 526. Scheda stato limite: a sinistra il menu a tendina "Modo".

Dalla scheda Modo, mediante il bottone "Dettagli", è possibile accedere e visualizzare la tabella con le proprietà modali, in cui vengono riportati, per ciascun modo.

- **T [sec], w [rad/sec]**: il periodo e la frequenza propria di vibrazione;
- **Mx, My, Mz [kN-sec<sup>2</sup>/cm]**: la massa modale partecipante in direzione x, y e z del sistema globale;
- **Mx, My, Mz [%]**: la massa modale partecipante in direzione x, y e z del sistema globale, espressa come percentuale della massa totale;
- **Mx Sum, My Sum, Mz Sum [%]**: somma della percentuale di massa modale partecipante, cumulata fino al modo in esame, nelle direzioni x, y e z del sistema globale;
- **Gx, Gy, Gz**: coefficienti di partecipazione modale in direzione x, y e z del sistema globale.

Modo	T [sec]	w [rad/sec]	Mx [kN <sup>2</sup> /cm]	My [kN <sup>2</sup> /cm]	Mz [kN <sup>2</sup> /cm]	Mx [%]	My [%]	Mz [%]	Mx Sum [%]	My Sum [%]	Mz Sum [%]	Gx	Gy	Gz
1	0.251	25.078	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
2	0.145	43.391	0.000	0.000	0.000	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.005	0.000	0.000
3	0.090	63.847	0.040	0.000	0.014	5.58	0.00	1.40	5.59	0.00	1.40	0.199	-0.002	-0.120
4	0.086	73.854	0.534	0.000	0.003	75.38	0.00	0.29	80.97	0.00	1.69	0.730	-0.003	0.054
5	0.071	88.342	0.031	0.000	0.002	4.33	0.06	0.15	85.29	0.06	1.84	-0.175	-0.015	0.039
6	0.069	90.791	0.004	0.001	0.004	0.58	0.13	0.41	85.87	0.19	2.26	0.064	0.023	-0.065
7	0.067	93.913	0.002	0.002	0.008	0.23	0.53	0.80	86.10	0.71	3.05	-0.040	0.046	0.090
8	0.065	96.910	0.000	0.000	0.006	0.03	0.02	0.59	86.13	0.73	3.64	-0.014	0.008	-0.077
9	0.060	104.479	0.000	0.001	0.000	0.00	0.30	0.00	86.13	1.03	3.65	-0.004	0.035	0.007

Figura 527. Visualizzazione dettagli delle caratteristiche dinamiche.

In entrambe le modalità di visualizzazione, la selezione di ciascun passo di analisi comporta la visualizzazione della corrispondente configurazione deformata del modello nella finestra centrale (cfr. S 2.1).

È possibile amplificare la deformata assegnando un opportuno fattore di scala con il comando indicato nella figura seguente oppure attraverso la scheda risposta nella finestra opzioni di visualizzazione (menu principale visualizza > altre opzioni) (cfr. S 4.5.8).



Figura 528. Fattore di scala o di amplificazione della deformata.

### 10.3. DEFORMATA ED INDICATORI DI DANNO

Le deformate possono essere visualizzate con riferimento alla struttura globale e relativamente a ciascuna parete, utilizzando viste assonometriche o viste piane. Per visualizzare o nascondere le pareti o attribuire il fattore di scala può essere utilizzato il comando "Altre Opzioni" del menu "visualizza" (cfr. § 4.5.8).

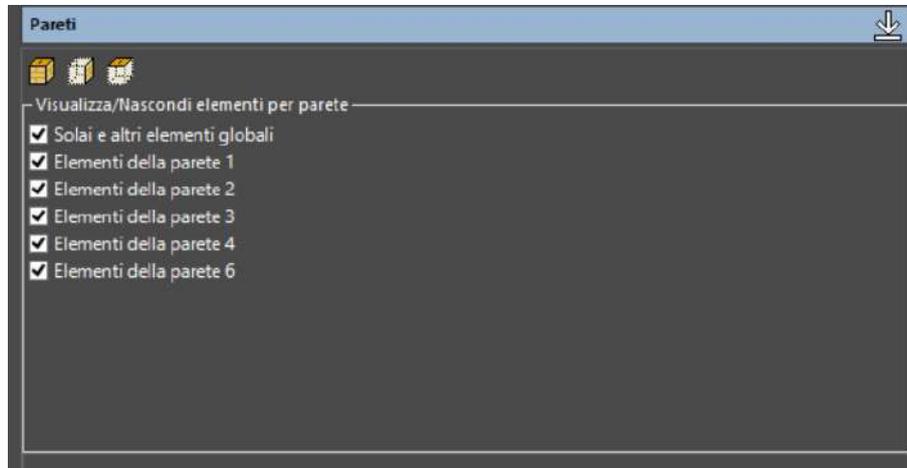


Figura 529. Finestra di dialogo "Altre Opzioni" del menu "visualizza", Pareti, visualizza/nascondi elementi parete.

Nella rappresentazione delle deformate vengono riportati degli indicatori convenzionali di danno grazie ai quali è possibile ricostruire in modo immediato l'evoluzione del meccanismo di collasso della struttura.



Figura 530. Selezione legenda indicatori di danno (aste/pannelli).

**Tabella degli indicatori di danno per pannelli**

SIMBOLO	DESCRIZIONE DELL'INDICATORE DI DANNO PANNELLI
	Innesco del meccanismo di plasticizzazione a taglio per fessurazione diagonale del pannello murario: in giallo indica la plasticizzazione della molla diagonale compressa; in rosso indica la plasticizzazione della molla diagonale tesa.
	Chiusura delle lesioni per taglio.
	Collasso a taglio per fessurazione diagonale del pannello murario.
	Porzione di muratura soggetta a schiacciamento (molle flessionali di interfaccia snervate o rotte a compressione).

SIMBOLO	DESCRIZIONE DELL'INDICATORE DI DANNO PANNELLI
	Porzione di muratura fessurata (molle flessionali di interfaccia snervate o rotte a trazione).

Tabella degli indicatori di danno per le aste

SIMBOLO	DESCRIZIONE DELL'INDICATORE DI DANNO ASTE
	Apertura di una cerniera plastica in un elemento asta
	Raggiungimento del 75% della rotazione ultima
	Raggiungimento della rotazione ultima

Di seguito si riporta la deformata di una parete di muratura e di un telaio in calcestruzzo inserito all'interno di un edificio in muratura.

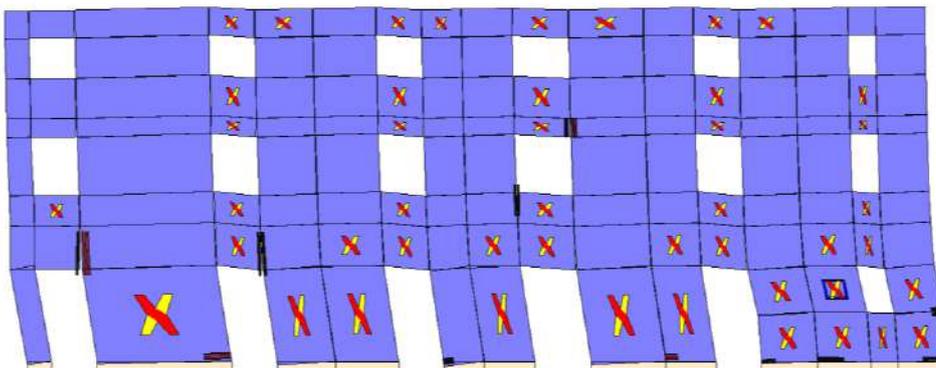


Figura 531. Esempi di deformate di pannelli murari con relativi indicatori di danno.

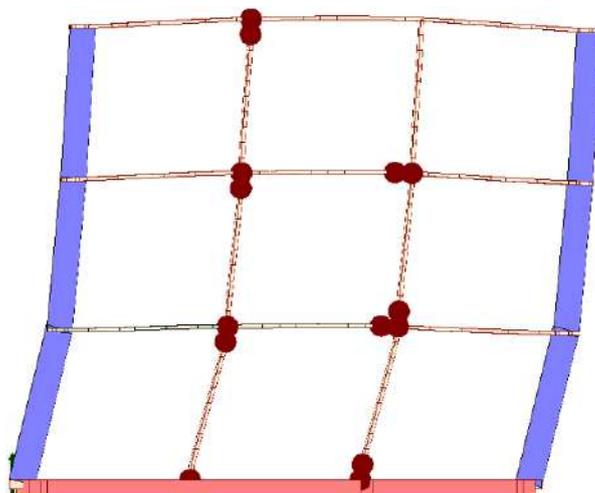


Figura 532. Esempi di deformate di pannelli murari e aste con relativi indicatori di danno.



## APPROFONDIMENTO

Il meccanismo di rottura a taglio per fessurazione diagonale: rappresenta il meccanismo di collasso più diffuso. Dal punto di vista macroscopico si manifesta con la formazione di due vistose fessure che partono dal centro del pannello e seguono una direzione pressoché a  $45^\circ$  (v. figura seguente, caso a).

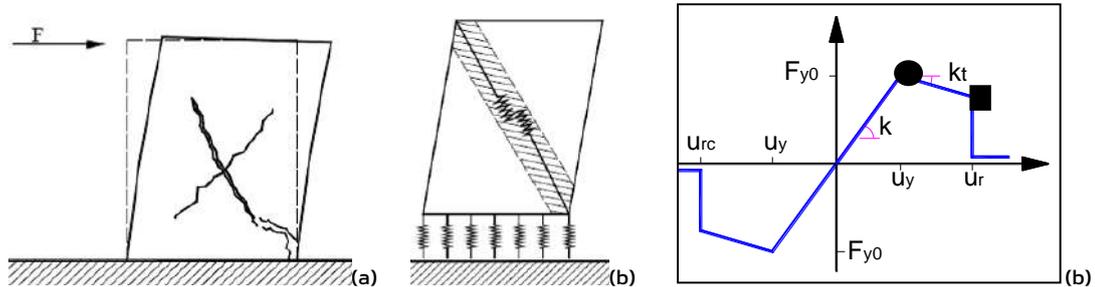


Figura 533. Comportamento a taglio del pannello murario

Tale meccanismo di collasso viene modellato dalle molle diagonali del macro-elemento il cui legame costitutivo è di tipo elasto-plastico con limite di snervamento dipendente dalla compressione media del pannello e limite nelle deformazioni. Da un punto di vista del modello numerico l'insorgere del meccanismo è associato allo snervamento delle molle, da questo punto in poi incrementi di forza tagliante del pannello saranno possibili solo se vi sono incrementi di sforzo di compressione. Il collasso del pannello è associato alla rottura fragile delle molle diagonali: il pannello non è più in grado di resistere ad alcuna forza tagliante e il carico precedentemente sostenuto deve essere ridistribuito agli elementi contigui.

### 10.4. MENU CONTESTUALE

L'interfaccia del software 3DMacro permette all'utente attraverso i menu contestuali di poter selezionare velocemente un qualunque elemento e visualizzare le relative proprietà nonché analizzare lo stato di sollecitazione raggiunto nel corso di un'analisi: in tal modo i risultati ottenuti risultano chiari e leggibili in qualsiasi fase di modellazione.

In particolare in fase di output il menu contestuale presente nella finestra centrale di visualizzazione (cfr. § 2.1), dell'area di lavoro principale (cfr. § 2), è attivabile cliccando con il tasto destro del mouse su un elemento (pannello murario, asta o solaio); i comandi disponibili nel menu contestuale permettono allora:

- la selezione rapida di tutti gli elementi che sono ubicati sulla stessa parete (o sullo stesso solaio) dell'elemento selezionato;
- la visualizzazione delle proprietà dell'elemento selezionato (cfr. § 2.4);
- la visualizzazione della risposta in termini di sforzo e spostamenti dell'elemento selezionato.

Per maggiori approfondimenti cfr. § 2.2.

## 10.5. RISPOSTA DELLA PARETE E SOLLECITAZIONI DEGLI ELEMENTI

La risposta degli elementi selezionati è visualizzabile attraverso il comando presente nel menu principale **output > risposta della parete**, (cfr. § 4.7.4) ovvero attraverso i relativi menu contestuali (cfr. § 2.2).

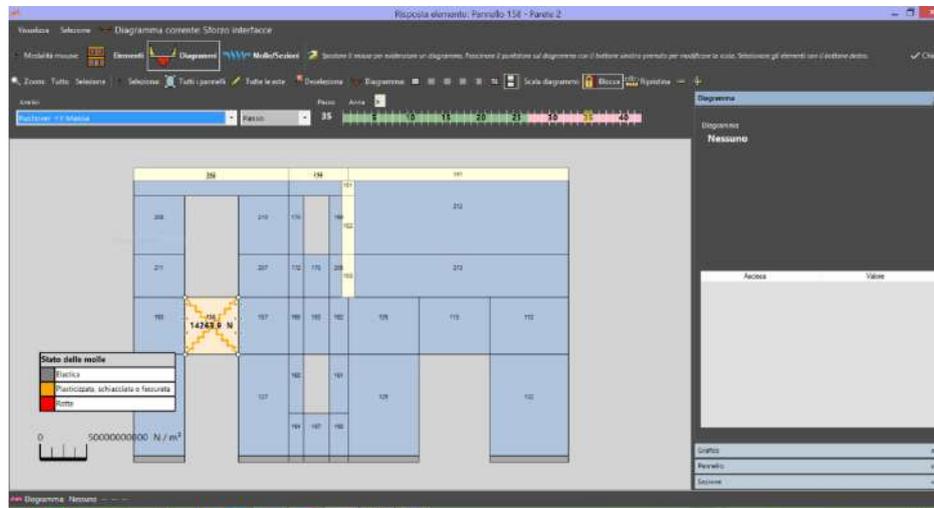


Figura 534. Finestra per la visualizzazione della risposta di una parete.

## 10.6. CURVE DI CAPACITA' E LETTURA DEI RISULTATI DELLE ANALISI

Il risultato più importante ricavabile dalle analisi sismiche è rappresentato dalle curve di capacità, ossia dalle curve che rappresentano sull'asse delle ascisse lo spostamento (o la deriva di piano) dei punti di controllo, mentre sull'asse delle ordinate la risultante dello sforzo di taglio degli elementi posti alla base del modello (detto anche il *tagliante alla base*).

Le curve di capacità ottenute dalle analisi sismiche possono essere visualizzate subito dopo aver eseguito le analisi, nella finestra stessa di esecuzione, sulla quale è anche possibile distinguere il tratto a controllo di forza (riportato in grigio) rispetto a quello a controllo di spostamento (riportato in blu). Questa informazione non sarà più apprezzabile nelle finestre di output (sia di visualizzazione della risposta che di report).

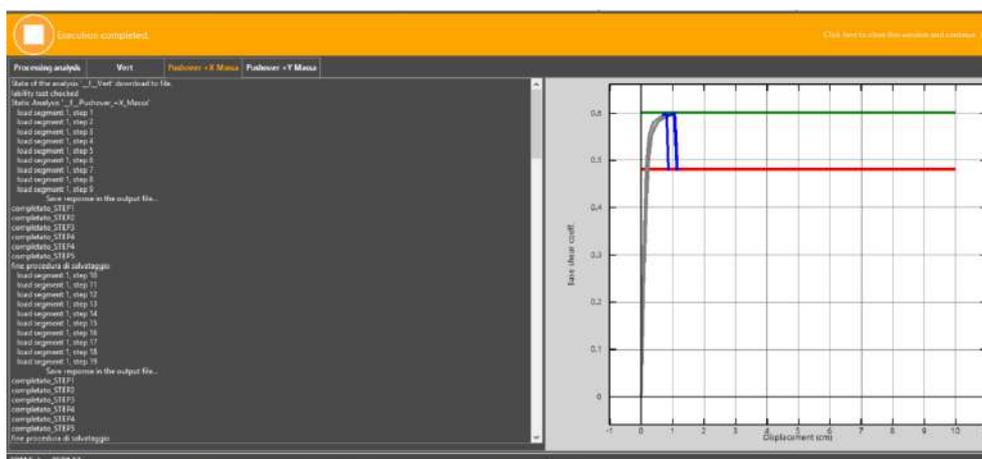


Figura 535. Finestra di esecuzione delle analisi e visualizzazione anteprima della curva di capacità.

La curva di capacità è visualizzabile anche attraverso la finestra delle proprietà degli elementi (cfr. S 2.4), che, in fase di output, assume la veste di pannello di controllo della visualizzazione della risposta del modello. Qui è possibile scegliere il passo dell'analisi in cui si intende visualizzare la risposta del modello: in particolare il passo può essere selezionato in corrispondenza del raggiungimento di uno stato limite, ovvero è possibile selezionare un qualunque passo personalizzato.

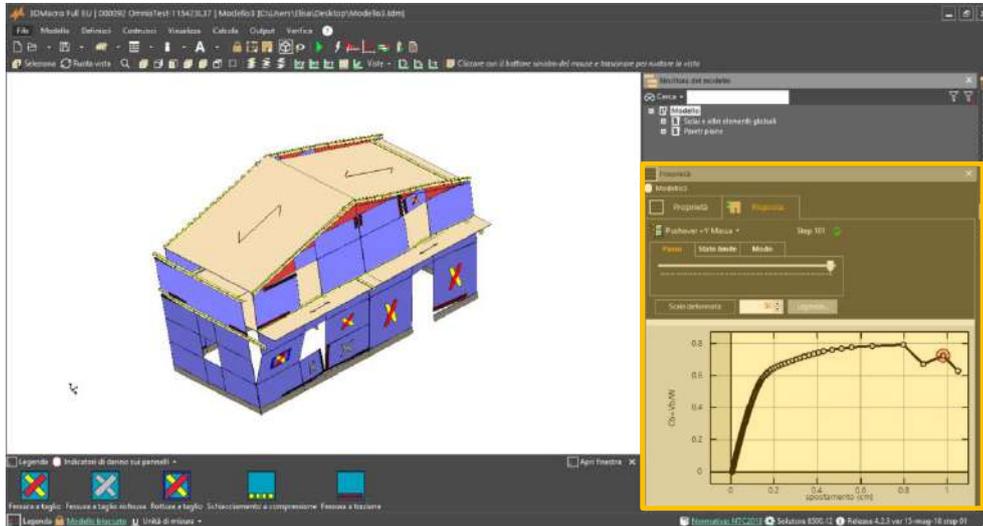


Figura 536. Finestra delle proprietà del modello. A destra la curva di capacità ottenuta dall'analisi sismica.

Un altro strumento molto utile per la visualizzazione dei risultati e delle curve di capacità è rappresentato dalla finestra di visualizzazione del registro degli eventi (cfr.S 4.7.3).

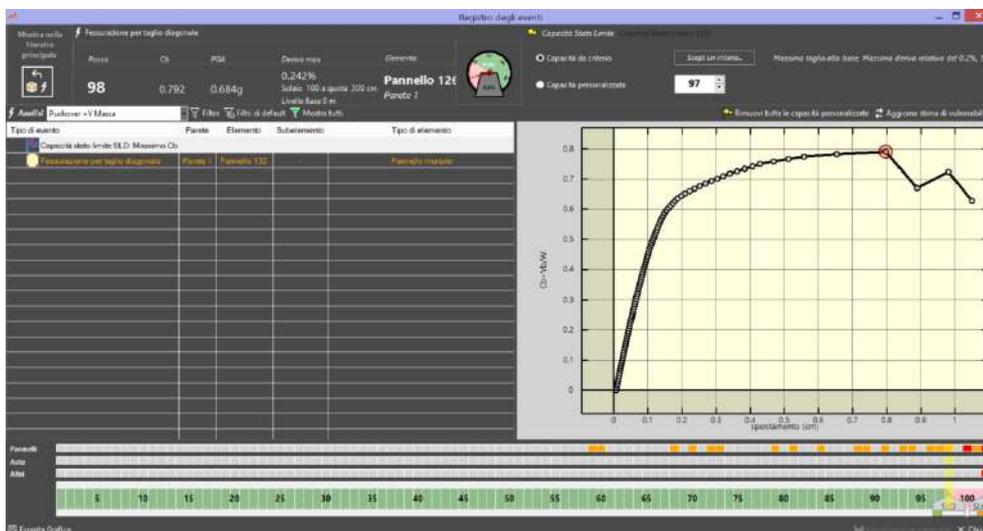


Figura 537. Finestra di visualizzazione del registro degli eventi.

La stima della vulnerabilità sismica di un edificio si basa sulla valutazione delle curve di capacità ottenute dalle analisi sismiche: il modulo stima della vulnerabilità sismica (disponibile per coloro che hanno acquistato la licenza 3DM SVS), elabora le curve di capacità in accordo alle normative vigenti, attraverso lo studio dell'oscillatore elementare equivalente (cfr. S 11.1).

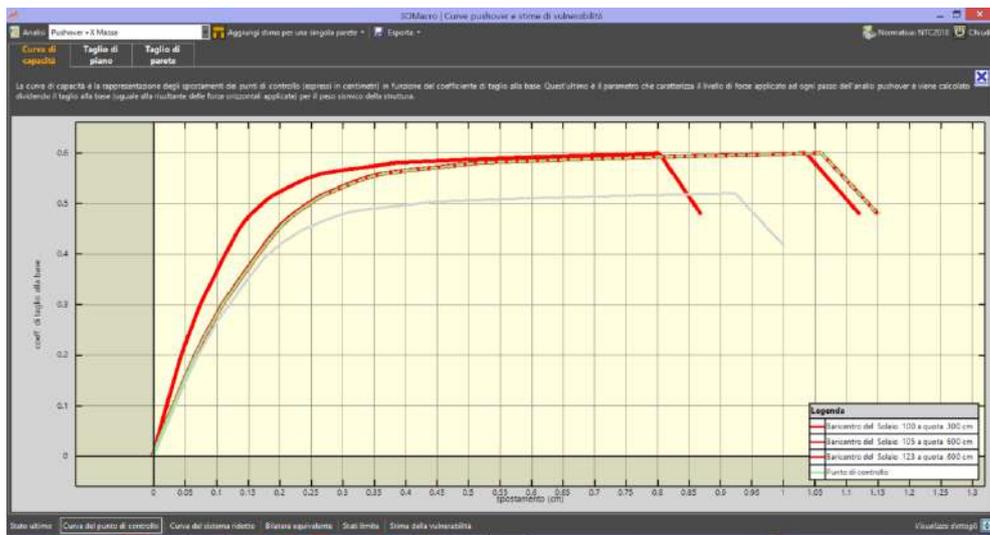
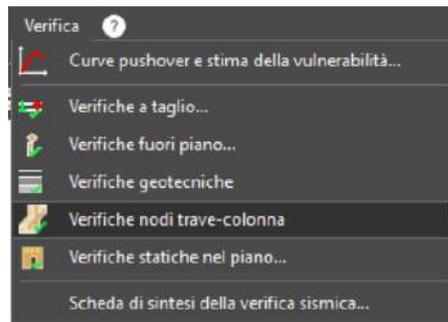


Figura 538. Finestra di visualizzazione curva push-over e stima di vulnerabilità.

## 11. VERIFICHE STRUTTURALI

Il software 3DMacro® effettua le seguenti verifiche locali e globali:

- Verifica della vulnerabilità sismica dell'edificio (MODULO 3DM-B, cfr. § 11.1)
- Verifica a ribaltamento fuori piano delle pareti in muratura (MODULO 3DM-FP, cfr. § 11.2)
- Verifica a taglio delle sezioni in c.a. (MODULO-SMCA, cfr. § 11.3)
- Verifiche statiche nel piano (cfr. § 11.4)
- Verifica dei nodi trave colonna (MODULO SMCA, cfr. § 11.5)
- Verifiche geotecniche (MODULO GEO – si rimanda per i dettagli al manuale geotecnico)



### 11.1. VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA (MODULO 3DM-B)

Il modulo base di 3DMacro, **sempre integrato in 3DMacro e disponibile in tutte le configurazioni**, consente di effettuare la Stima della vulnerabilità sismica, ovvero la verifica sismica degli edifici, ai sensi delle normative vigenti. In particolare il software genera automaticamente, per ciascuna analisi elaborata, i dati necessari per la definizione meccanica dell'oscillatore elasto-plastico equivalente al comportamento globale dell'edificio. Le verifiche vengono eseguite seguendo l'approccio agli Stati Limite, quindi un approccio di tipo prestazionale.

#### 11.1.1. STIMA DI VULNERABILITÀ IN TERMINI DI SPOSTAMENTO

La metodologia di verifica utilizzata consiste nel determinare la domanda di spostamento che un sisma di intensità corrispondente allo stato limite considerato richiede alla struttura. Tale spostamento richiesto verrà quindi confrontato con lo spostamento effettivo della struttura, deducibile dalla curva push-over, al momento del raggiungimento del medesimo stato limite.

La struttura è in sicurezza nel momento in cui la domanda di spostamento  $d_{max}$  (o spostamento richiesto dalla normativa), risulta inferiore alla capacità di spostamento  $d_{capacità}$  che la struttura è in grado di subire per effetto dell'azione sismica:  $d_{max} < d_{capacità}$ . È importante rilevare che tali spostamenti, di domanda e di capacità, dipendono dallo stato limite considerato. In altre parole la normativa richiede che la struttura possa subire ulteriori spostamenti oltre a quelli minimi richiesti al fine di soddisfare gli obiettivi prefissati da ciascuno Stato Limite (cfr. § 3.2.1 D.M.14.01.2018).

Il coefficiente di sicurezza  $\alpha$  della struttura rispetto allo stato limite considerato è ottenuto dal rapporto tra la capacità di spostamento e lo spostamento richiesto:  $\alpha = d_{capacità} / d_{max}$ . Ovviamente la verifica di sicurezza ha esito positivo se  $\alpha > 1$ .

## 11.1.1.1. CALCOLO DELLA DOMANDA DI SPOSTAMENTO

Il calcolo della richiesta di spostamento  $d_{max}$ , viene eseguito mediante l'utilizzo degli spettri elastici (di intensità corrispondente allo stato limite in esame) e considerando un sistema "ridotto" ad un grado di libertà, "equivalente" alla struttura "reale" a molti gradi di libertà.

Attraverso ciascuna analisi non lineare è possibile riportare su un grafico cartesiano il valore del tagliante alla base  $V_b$ , normalizzato rispetto al peso sismico della struttura, in funzione dello spostamento raggiunto da un punto caratteristico della struttura, detto anche di controllo, identificato in genere con il baricentro del piano di copertura della struttura. La curva che si ottiene è la cosiddetta **curva di capacità o curva pushover** della struttura a molti gradi di libertà. L'interfaccia 3DMacro del modulo stima della vulnerabilità permette all'utente di selezionare la curva pushover, ottenuta da ciascuna analisi non lineare precedentemente eseguita, attraverso il menu a tendina "analisi" per poter eseguire la relativa valutazione di vulnerabilità sismica.

Il passo successivo è la definizione delle caratteristiche meccaniche del sistema "ridotto" ad un grado di libertà, equivalente a quello a molti gradi di libertà: 3DMacro determina automaticamente la **curva di capacità del sistema ridotto ad un grado di libertà** dalla curva pushover del sistema a molti gradi di libertà, dividendo le relative coordinate per il coefficiente di partecipazione modale  $\Gamma$  associato al primo modo di vibrare della struttura a molti gradi di libertà. Quest'ultimo è definito come segue:

$$\Gamma = \frac{\sum_{i=1}^{iV} m_i \phi_i}{\sum_{i=1}^{iV} m_i \phi_i^2}$$

dove:

- $m_i$ : massa associata all'i-esimo piano sismico;
- $\phi_i$ : componente i-esima del vettore rappresentativo il primo modo di vibrare della struttura nella direzione considerata dell'azione sismica, normalizzato rispetto alla componente associata allo spostamento del punto di controllo. Come forma caratteristica rappresentativa del primo modo di vibrare della struttura nella direzione di carico, viene adottata una distribuzione proporzionale al prodotto delle masse di piano per le relative altezze.

Al sistema ridotto viene associata una massa equivalente  $m^*$  della struttura, definita come segue:  
La curva del sistema ridotto viene semplificata secondo una bilatera equivalente caratterizzata da

- $m^* = \sum_{i=1}^N m_i \phi_i$ : massa equivalente del sistema ridotto
- $k^*$ : rigidità elastica
- $F_y^*$ : limite elastico
- $u_y^*, u_u^*$ : spostamento al limite elastico e ultimo

La rigidità della bilatera equivalente  $k^*$  viene fissata pari alla rigidità secante alla curva del sistema ridotto in corrispondenza di un livello di forza pari al 60% del massimo. Il limite di snervamento viene quindi determinato imponendo l'equivalenza energetica tra i due sistemi.

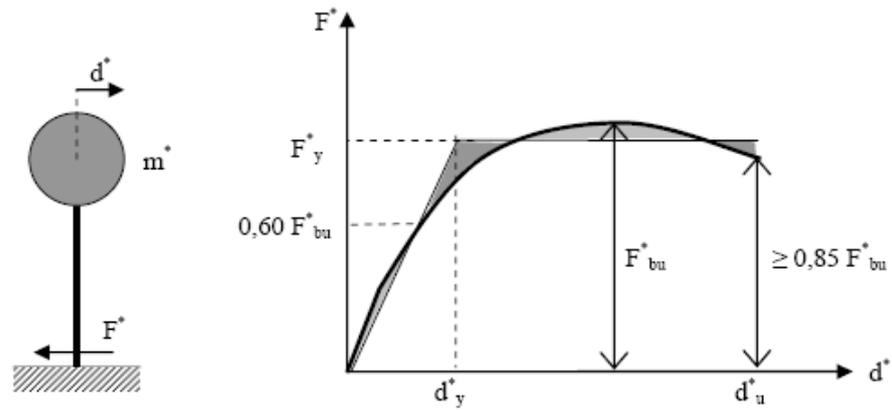


Figura 539. Equivalenza energetica

Il periodo del sistema ridotto risulta :

$$T^* = 2\pi \sqrt{\frac{m^*}{k^*}}$$

Per strutture flessibili con  $T^* \geq T_c$  lo spostamento massimo del sistema bilineare ( $d_{max}^*$ ) può essere assunto pari al massimo spostamento di un sistema elastico equivalente ( $d_{e,max}^*$ ). Tale parametro può essere desunto dallo spettro di progetto in termini di spostamento  $S_{De}$  :

$$d_{max}^* = d_{e,max}^* = S_{De}(T^*)$$

Per strutture rigide ( $T^* < T_c$ ) lo spostamento massimo del sistema non lineare viene amplificato rispetto a quello del sistema elastico equivalente utilizzando l'espressione:

$$d_{max}^* = \frac{d_{e,max}^*}{q^*} \left[ 1 + (q^* - 1) \frac{T_c}{T^*} \right] \geq d_{e,max}^*$$

$$\text{con : } q^* = \frac{S_e(T^*) \cdot m^*}{F_y^*}$$

Lo spostamento richiesto dalla normativa associato al punto di controllo della struttura a molti gradi di libertà si ottiene moltiplicando lo spostamento massimo del sistema bilineare per il fattore di partecipazione modale  $\Gamma$  :  $d_{max} = \Gamma \cdot d_{max}^*$

I valori delle richieste di spostamento  $d_{max}$  della struttura per ciascuno stato limite vengono identificati sulla curva di capacità con i simboli riportati nella relativa legenda.



**APPROFONDIMENTO**

Per la valutazione della PGA (Peak Ground Acceleration), ovvero la misura della massima accelerazione al suolo indotta dal terremoto, e degli indici di rischio, corrispondenti a ciascuno Stato Limite previsto dalle Norme, si consideri la generica curva di capacità della struttura, relativa a una determinata analisi. Tale curva può essere approssimata con un sistema equivalente a un grado di libertà di tipo bilineare, caratterizzato dai seguenti parametri:

$F_y^*$ : forza di snervamento;

$d_y^*$ : spostamento corrispondente alla forza di snervamento;

$d_u^*$ : spostamento ultimo del sistema.

Si consideri lo spostamento  $d_{SL}$ , determinato sulla curva di capacità del sistema e corrispondente al raggiungimento di un determinato Stato limite o di un qualsiasi evento significativo per la struttura (rottura a taglio di una sezione, ribaltamento fuori piano di una parete, ecc.). Il corrispondente spostamento nel sistema bilineare equivalente, indicato con  $d_{SL}^*$ , viene determinato utilizzando l'espressione:

$$d_{SL}^* = \frac{d_{SL}}{\Gamma}$$

con  $\Gamma$  fattore di partecipazione modale.

Lo spostamento elastico massimo del sistema, corrispondente a una PGA al suolo ( $a_g$ ) e a uno spettro di progetto in termini di accelerazione  $S_e$  risulta pari a:

$$d_{D,e}^* = S_e(T^*, a_g) \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{F_y^* m^*}{d_y^*}}$$

Lo spostamento massimo del sistema non lineare, come visto prima, risulta quindi pari a:

$$\begin{cases} d_{max}^* = d_{D,e}^* & \text{se } T^* \geq T_c \\ d_{max}^* = \frac{d_{D,e}^*}{q^*} \left[ 1 + (q^* - 1) \frac{T_c}{T^*} \right] \geq d_{D,e}^* & \text{se } T^* < T_c \end{cases}$$

Imponendo  $d_{max}^*(a_g) = d_{SL}^*$  è possibile determinare l'unica incognita, costituita dalla PGA ( $a_g$ ). Il metodo di risoluzione dovrà essere di tipo iterativo, dato che la relazione  $d_{max}^*(a_g)$ , che lega la PGA e il corrispondente spostamento massimo del sistema, è di tipo non lineare. Nota  $a_g$  è possibile determinare il corrispondente tempo di ritorno ( $T_R$ ) mediante l'espressione seguente:

$$\log(T_R) = \log(T_{R1}) + -\log\left(\frac{a_g}{a_{g1}}\right) \cdot \log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \left[ \log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

dove con ( $a_{g1}, T_{R1}$ ) e ( $a_{g2}, T_{R2}$ ) corrispondono alle coppie di PGA e rispettivi tempi di ritorno, relativi agli estremi del campo in cui  $a_g$  deve ricadere.

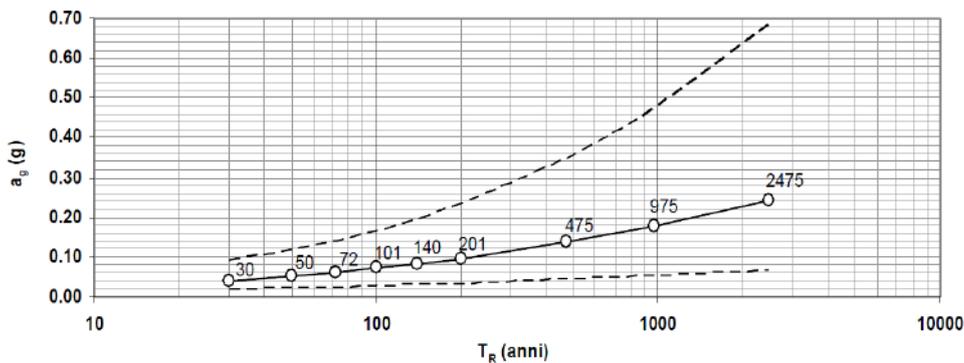


Figura 540. Variabilità di  $a_g$  con  $T_R$ : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%

*Si ricorda che, nel caso in cui  $a_g$  ricada all'esterno dell'intervallo previsto, il tempo di ritorno verrà posto pari al valore minimo (30 anni) o pari al valore massimo (2475 anni).*

*Agendo sul corrispondente comando nella finestra degli Indicatori di rischio, è possibile la correzione delle PGA se il tempo di ritorno è fuori dai limiti di normativa.*

*Noti quindi i valori di riferimento della PGA (Peak Ground Acceleration) rappresentativi della richiesta prestazionale in termini di accelerazione, per ciascuno Stato limite (in genere noti come  $PGA_{DLC}$ ,  $PGA_{DLV}$ ,  $PGA_{DLD}$ ,  $PGA_{DLO}$ ) e i rispettivi valori di PGA corrispondenti alla capacità della struttura di resistere a determinati eventi significativi, sempre in termini di accelerazione al suolo ( $PGA_{CLC}$ ,  $PGA_{CLV}$ ,  $PGA_{CLD}$ ,  $PGA_{CLO}$ ), si ottiene l'indice di rischio, corrispondente a ciascuno Stato Limite, come rapporto tra l'accelerazione corrispondente alla Capacità e quella corrispondente alla Domanda, ovvero:*

$$\alpha_{UC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}}$$

$$\alpha_{UV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}}$$

$$\alpha_{ED} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}}$$

$$\alpha_{EO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}}$$

*In generale l'indice  $\alpha_U$  può essere considerato un indicatore del rischio di collasso, mentre  $\alpha_E$  è rappresentativo del rischio di inagibilità dell'opera. Valori prossimi o superiori all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle Norme, diversamente, valori bassi e prossimi a zero, caratterizzano casi ad elevato rischio.*

## 11.1.1.2. CALCOLO DELLA CAPACITÀ DI SPOSTAMENTO

La capacità di spostamento della struttura  $d_{capacità}$  associata a ciascuno stato limite viene valutata come segue (cfr. § C7.8.1.5.4 delle NTC2018):

- **Capacità di spostamento allo Stato Limite di Collasso (SLC):** il minore tra i valori di spostamento corrispondenti a ciascuna delle due condizioni:
  - o quello corrispondente ad un taglio di base residuo pari all' 80%del massimo;
  - o quello corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di un qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza (questo controllo può essere omesso nelle analisi quando i diaframmi siano infinitamente rigidi o quando sia eseguita l'analisi di una singola parete);
- **Capacità di spostamento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):** spostamento corrispondente a 3/4 dello spostamento allo SLC;
- **Capacità di spostamento allo Stato Limite di Danno (SLD):** spostamento minore tra quello corrispondente al raggiungimento della massima forza e quello per il quale lo spostamento relativo tra due piani consecutivi ( $q_{dr}$ ) eccede i valori di cui al § 7.3.6.1 delle NTC 2018 e precisamente,
  - o **Per CU I e II** (per le quali ci si riferisce allo SLD), posta  $h$  = altezza di interpiano,
    - per costruzioni con struttura portante **di muratura ordinaria**  
 $q_{dr} \leq 0,0020h$  [7.3.13]
    - per costruzioni con struttura portante **di muratura armata**  
 $q_{dr} \leq 0,0030h$  [7.3.14]
    - per costruzioni con struttura portante **di muratura confinata**  
 $q_{dr} \leq 0,0025h$  [7.3.15]
- **Capacità di spostamento allo Stato Limite di Operatività (SLO):** spostamento minore tra quello corrispondente al raggiungimento della massima forza e quello per il quale lo spostamento relativo tra due piani consecutivi ( $q_{dr}$ ) eccede i 2/3 dei valori di cui al § 7.3.6.1 delle NTC 2018 e precisamente,
  - o Per le **CU III e IV** (per le quali ci si riferisce allo SLO) (v. Tab. 7.3.III), posta sempre  $h$  = altezza di interpiano, gli spostamenti d'interpiano ( $q_{dr}$ ) devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti indicati precedentemente.

I valori delle capacità di spostamento della struttura per ciascuno stato limite vengono identificati sulla curva di capacità con i simboli riportati nella relativa legenda

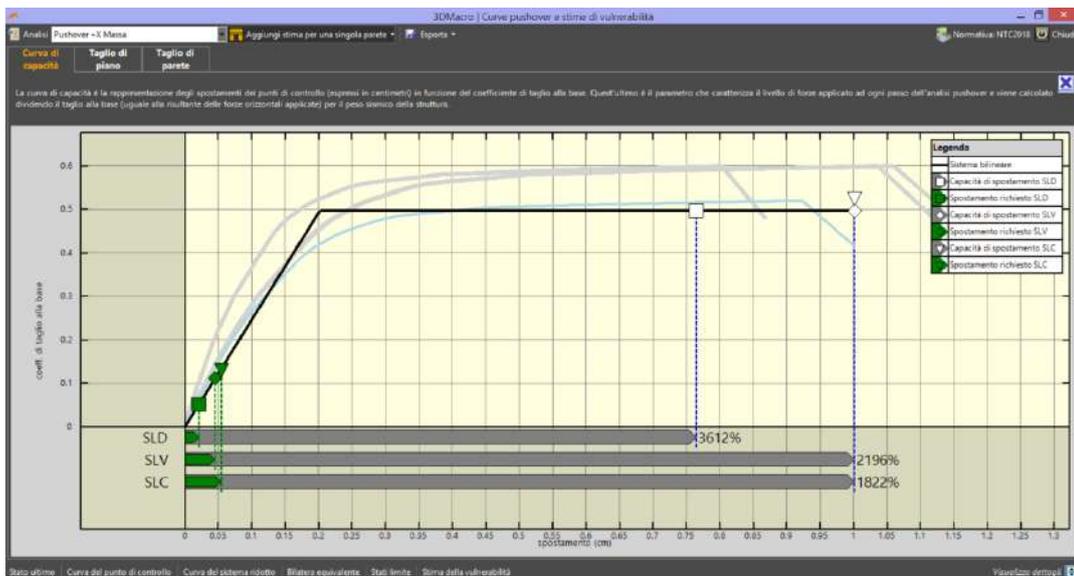


Figura 541. Stima della Vulnerabilità.

Per facilitare la lettura dei risultati i simboli associati agli spostamenti richiesti dalla normativa per ciascuno stato limite sono rappresentati secondo un approccio semaforico:

- Sono di colore verde se il fattore di sicurezza  $\alpha$  risulta maggiore di 1;
- Sono di colore rosso se il fattore di sicurezza  $\alpha$  risulta minore di 1.



## APPROFONDIMENTO

Alla luce delle recenti NTC 2018, si riporta quanto segue riguardo l'Analisi Non Lineare Statica (cfr. § 7.3.4.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 - NTC2018), implementata in 3DMacro.

**L'analisi non lineare statica** richiede che al sistema strutturale reale sia associato un sistema strutturale equivalente non lineare.

Nel caso in cui il sistema equivalente sia ad un grado di libertà, a detto sistema strutturale equivalente si applicano i carichi gravitazionali e, per la direzione considerata dell'azione sismica, in corrispondenza degli orizzontamenti della costruzione, forze orizzontali proporzionali alle forze d'inerzia aventi risultante (taglio alla base)  $F_b$ . Tali forze sono scalate in modo da far crescere monotonamente, sia in direzione positiva che negativa e fino al raggiungimento delle condizioni di collasso locale o globale, lo spostamento orizzontale  $d_c$  di un punto di controllo coincidente con il centro di massa dell'ultimo livello della costruzione (sono esclusi eventuali torrioni).

Il diagramma  $F_b-d_c$  rappresenta la curva di capacità della struttura.

Le NTC2018 ribadiscono come già le precedenti norme tecniche per le costruzioni che si devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2), appresso illustrate.

La definizione delle distribuzioni principali (Gruppo 1) e secondarie (Gruppo 2) è pressoché invariata. Pur tuttavia le NTC2018 precisano:

**Gruppo 1 – Distribuzioni principali:**

- se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha una partecipazione di massa non inferiore al 75% si applica una delle due distribuzioni seguenti:
  - distribuzione proporzionale alle forze statiche di cui al § 7.3.3.2, utilizzando come seconda distribuzione la a) del Gruppo 2;
  - distribuzione corrispondente a un andamento di accelerazioni proporzionale alla forma del modo fondamentale di vibrare nella direzione considerata.
- In tutti i casi può essere utilizzata la distribuzione corrispondente all'andamento delle forze di piano agenti su ciascun orizzontamento calcolate in un'analisi dinamica lineare, includendo nella direzione considerata un numero di modi con partecipazione di massa complessiva non inferiore allo 85%. L'utilizzo di questa distribuzione è obbligatorio se il periodo fondamentale della struttura è superiore a  $1,3 T_c$ .

**Gruppo 2 – Distribuzioni secondarie:**

- distribuzione di forze, desunta da un andamento uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione;
- distribuzione adattiva, che cambia al crescere dello spostamento del punto di controllo in funzione della plasticizzazione della struttura.

Inoltre, sempre per il Gruppo 2, le NTC2018 aggiungono:

- distribuzione multimodale, considerando almeno sei modi significativi.

Le NTC2018 precisano, inoltre, che vanno considerati anche punti di controllo alternativi, come le estremità della pianta dell'ultimo livello, quando sia significativo l'accoppiamento di traslazioni e rotazioni.

Ricordiamo, a tal proposito, che in 3DMacro® è possibile personalizzare la scelta del punto di controllo o, comunque, aggiungere dei punti di controllo a quelli determinati automaticamente dal programma.

Con particolare riferimento agli **edifici in muratura, nel caso di analisi statica non lineare**, la verifica di sicurezza consiste nel confronto tra la capacità di spostamento ultimo della costruzione e la domanda di spostamento ottenute applicando il procedimento di cui al § 7.3.4.2 delle NTC2018 (come sopra riportato).

La rigidità elastica del sistema bilineare equivalente si individua tracciando la secante alla curva di capacità nel punto corrispondente ad un taglio alla base pari a 0,7 volte il valore massimo (taglio massimo alla base). Il tratto orizzontale della curva bilineare si individua tramite l'uguaglianza delle aree sottese dalle curve tracciate fino allo spostamento ultimo del sistema.

Inoltre, sempre conformemente alle attuali NTC2018, **sia per le costruzioni in muratura ordinaria sia per le costruzioni in muratura armata** senza progettazione in capacità, la verifica di sicurezza non è soddisfatta qualora il rapporto tra taglio totale agente alla base del sistema equivalente a un grado di libertà, calcolato con lo spettro di risposta elastico, e taglio alla base resistente del sistema equivalente a un grado di libertà ottenuto dall'analisi non lineare, ecceda il valore 4,0, per lo stato limite di Collasso e 3,0 per lo Stato limite di salvaguardi della vita. Si noti che le precedenti NTC2008 ponevano detto limite pari a 3,0.

---

### 11.1.2. AMBIENTE DI LAVORO

La finestra del Modulo Stima della Vulnerabilità è composta:

- in alto dalla barra dei comandi rapidi (cfr. § 11.1.3);
- al centro dall'area di visualizzazione delle curve di capacità (cfr. § 11.1.4);
- in basso dalle schede "dettagli" (cfr. § 11.1.5).

In alto a destra è riportata la normativa adottata. Il bottone "Chiudi" permette di uscire dalla finestra.

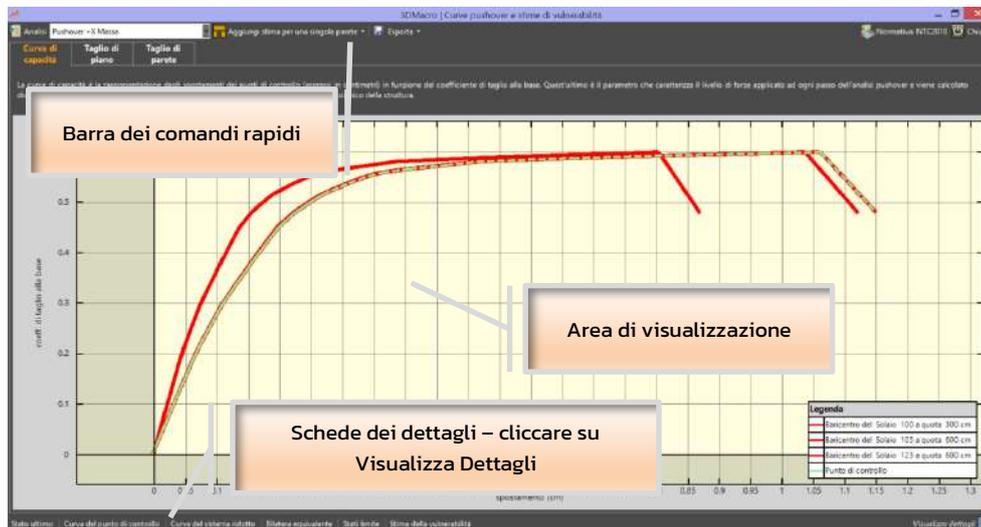


Figura 542. Modulo stima della vulnerabilità sismica.

### 11.1.3. BARRA DEI COMANDI RAPIDI

I comandi disponibili nella barra dei comandi rapidi sono:

- **Analisi:** questo menu a tendina permette la selezione della curva push-over, ottenuta dall'analisi non lineare precedentemente eseguita, rispetto a cui si intende elaborare la stima della vulnerabilità.
- **Esporta:** questo comando consente di esportare su un file di testo i valori delle coordinate dei punti della curva push-over associata all'analisi selezionata.

### 11.1.4. AREA DI VISUALIZZAZIONE DELLE CURVE DI CAPACITA'

L'area di visualizzazione delle curve di capacità (curve push-over), riporta le varie curve push-over relative ai vari punti di controllo del modello per l'analisi selezionata dalla barra dei comandi rapidi. Tali curve sono riportate:

- in termini di coefficiente di taglio alla base  $C_b$  e di spostamento del punto di controllo;
- in termini di rapporto del tagliante di piano diviso per il peso sismico totale e di deriva di ciascun piano, quest'ultima valutata in corrispondenza dei punti di controllo immediatamente sopra e sotto il piano considerato.

Si precisa che il coefficiente di taglio alla base  $C_b$  è pari al rapporto tra il tagliante alla base ed il peso sismico totale.

Il tipo di visualizzazione dipende anche dal dettaglio selezionato correntemente. Dalla visualizzazione delle curve di capacità relative a ciascun punto di controllo (scheda di dettaglio "Impostazioni"), è possibile, attraverso tutti i passaggi intermedi, a giungere alla visualizzazione complessiva della verifica sismica (scheda di dettaglio "Stima della vulnerabilità").

### 11.1.5. SCHEDE DETTAGLI

Le schede “dettagli” consentono la gestione e la visualizzazione dei risultati delle stime di vulnerabilità sismica. Per aprire le schede di analisi è sufficiente cliccare sui relativi titoli, mentre cliccando sul bottone “nascondi dettagli” posto sulla barra è possibile nascondere le schede.



Figura 543. Barra schede dei dettagli.

#### 11.1.5.1. SCHEDA STATO ULTIMO

Permette di modificare i criteri di capacità dello “stato ultimo”. Ciò dello stato limite che comporta la fine dell'analisi. Ai fini della verifica vengono considerate le curve di capacità fino al raggiungimento di tale stato ultimo. Cliccando sul bottone Imposta si accede alla finestra delle impostazioni degli Stati Limite (cfr. § 4.2.1.6.1).



Figura 544. Scheda dettagli – Stato Ultimo.

#### 11.1.5.2. SCHEDA CURVA DEL PUNTO DI CONTROLLO

Per eseguire la stima di vulnerabilità è necessario far riferimento ad un “punto di controllo”, usualmente scelto coincidente con il baricentro dell'ultimo piano. In questa scheda è possibile modificare il punto di controllo, scegliendolo tra uno dei punti modello disponibili. A tale scopo è necessario scegliere una quota sismica tra quelle riportate nella lista di sinistra e, successivamente, uno dei punti modello definiti a tale quota dalla lista di destra.

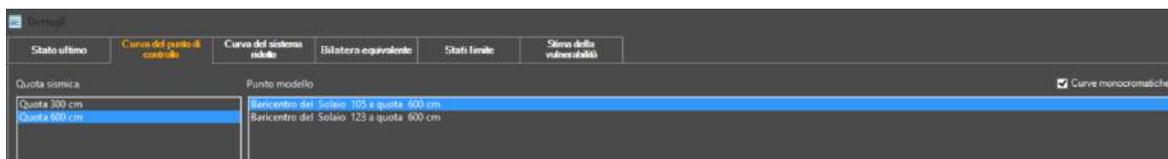


Figura 545. Scheda dettagli – Curva del punto di controllo.



### IMPORTANTE

*Nei casi in cui si volesse impostare un punto di controllo diverso dai punti modello disponibili, è possibile farlo portandosi sull'ambiente principale del programma, selezionando un elemento (pannello in muratura, asta, solaio) a cui appartiene il nodo e utilizzando il comando “**Imposta nodo di controllo**” disponibile dai rispettivi menu contestuali degli elementi pannello (cfr. § 2.2.1), asta (cfr. § 2.2.2), solai (cfr. § 2.2.3).*



## ATTENZIONE

*Si consiglia di modificare il punto di controllo di default solo quando la massa associata al punto di controllo della quota più alta è molto minore rispetto a quella degli altri punti di controllo. Un caso tipico è quello di un edificio in cui è presente all'ultimo livello un torrione di un vano scala, la cui massa è certamente modesta rispetto a quella delle altre quote: in tal caso è opportuno definire come punto di controllo quello relativo al piano inferiore.*

### 11.1.5.3. SCHEDA CURVA DEL SISTEMA RIDOTTO

Per calcolare la domanda di spostamento è necessario determinare le caratteristiche meccaniche del sistema ridotto ad un grado di libertà (cfr. § 11.1.1). L'area di visualizzazione delle curve di capacità riporta la curva del sistema ridotto determinata.

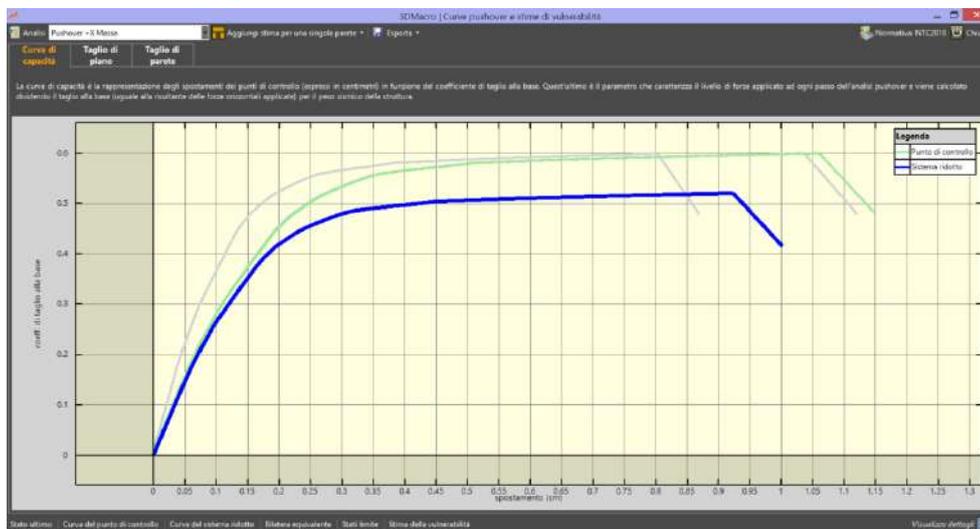


Figura 546. Curva del sistema ridotto.

Punto sciolto	Quota	Massa	Spostamento
1	3 m	85422.8 kg	0.282
2	6 m	20565.2 kg	1
3	6 m	20565.2 kg	1

Figura 547. Scheda dettagli – Curva del sistema ridotto.

La scheda dei dettagli "curva del sistema ridotto" riporta il corrispondente fattore di partecipazione modale  $\Gamma$ , nonché la massa efficace in accordo alle formule esposte superiormente (cfr. § 11.1.1).

In tale scheda è anche possibile scegliere il metodo di calcolo della forma  $\phi_i$  rappresentativa il primo modo di vibrare della struttura nella direzione considerata dell'azione sismica e il fattore di partecipazione modale gamma, secondo le seguenti modalità attraverso il relativo menu a tendina:

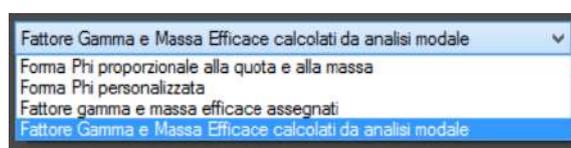


Figura 548. Selezione del criterio di determinazione della forma Phi e determinazione del Fattore Gamma di partecipazione modale e della Massa efficace.

- **Forma Phi proporzionale alla quota e alla massa:** tale modalità di calcolo valuta la forma  $\phi_i$  calcolando inizialmente le  $\phi_i = z_i m_i / \sum z_j m_j$  (con  $N$  il numero di piani sismici della struttura), successivamente determinando normalizzando le  $\phi_i$  rispetto alla componente  $\phi_c$  associata al punto di controllo prescelto (cfr. § 11.15.2):  $\phi_i = \phi_i / |\phi_c|$ . **Come forma caratteristica rappresentativa del primo modo di vibrare della struttura nella direzione di carico, viene adottata di default una distribuzione proporzionale al prodotto delle masse di piano per le relative altezze.**
- **Forma Phi personalizzata:** tale modalità consente di personalizzare la forma Phi, cliccando sul bottone “Scegli forma” ed assegnando per ciascun punto modello il corrispondente Phi.
- **Fattore gamma e massa efficace assegnati :** consente la assegnazione esplicita di Gamma e Massa efficace. I valori vengono assegnati dall’utente e non determinati in funzione della forma modale.
- **Fattore Gamma e Massa Efficace calcolati da analisi modale:** il fattore gamma di partecipazione modale e la massa efficace vengono valutati come richiesto dalle NTC2018, considerando il modo che presenta la percentuale maggiore di massa modale, nella direzione dell’analisi. Si ricorda che l’analisi di modi e frequenze, necessaria per la valutazione del modo rappresentativo, viene sempre eseguita di default dal programma (cfr. § 8.2) ed il numero di modi minimo impostato di default è pari a 5.

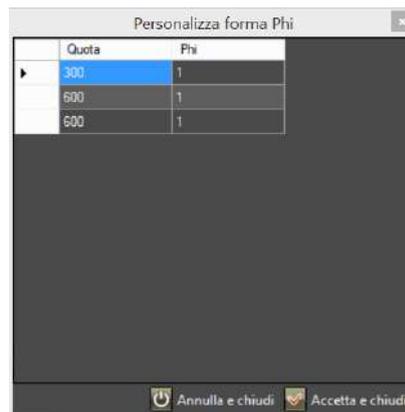


Figura 549. Personalizza forma Phi (forma caratteristica rappresentativa del primo modo di vibrare della struttura nella direzione di carico).

E' possibile altresì impostare **masse aggiuntive** ai punti modello, selezionando la riga corrispondente ad un punto modello ed assegnando la massa aggiuntiva nella cella a destra; quindi cliccando sul tasto “Applica massa aggiuntiva”.

Selezionare un punto di modello nell'elenco per impostare eventuali masse aggiunte.

Punto modello	Quota	Massa	Spostamento
1	3 m	62422.9 Kg	0.751
2	6 m	20665.2 Kg + 20665.2 Kg + 100 Kg	1
3	6 m	20765.2 Kg + 20665.2 Kg + 200 Kg	1

Massa aggiunta al punto modello: 1

200 kg

Applica massa aggiunta

Figura 550. Curva del sistema ridotto e applicazione di masse aggiuntive ai punti modello.

Stato ultimo	Curva del punto di controllo	Curva del sistema ridotto	Bilatera equivalente	Stati limite	Stima della vulnerabilità
Fattore Gamma e Massa Efficace calcolati da analisi modale					
Fattore Gamma:		1,36521	Massa efficace:		2387410 Kg
Modo	Fattore Gamma	Massa efficace	% Massa modale Dir-X	% Massa modale Dir-Y	
1	1,365206	2387414 Kg	71,41177 %	0,7413014 %	
2	1,28435	2518665 Kg	0,9285642 %	64,21626 %	
3	0,008829797	2,107869E+07 Kg	1,682314 %	0,3759871 %	
4	0,4990962	1701277 Kg	17,19892 %	0,000974235 %	
5	0,008950004	2239862 Kg	0,001841136 %	20,3726 %	

Figura 551. Curva del sistema ridotto e determinazione del fattore Gamma da analisi modale

#### 11.1.5.4. SCHEDA BILATERA EQUIVALENTE

In questa scheda sono riportati i risultati dell'analisi push-over selezionata in relazione al punto di controllo prescelto, nonché le **caratteristiche meccaniche del sistema bilineare equivalente** ad un solo grado di libertà, in accordo alle formule esposte al § 11.1.1, tra cui la massa, la rigidezza ed il periodo efficace, lo spostamento al limite elastico (spostamento di snervamento), lo spostamento ultimo, il  $C_b$  ultimo (pari al rapporto tra il tagliante alla base  $V_b$  valutato in corrispondenza dello spostamento ultimo ed il peso sismico totale  $W$ ), la duttilità disponibile (pari al rapporto tra lo spostamento ultimo e lo spostamento di snervamento), nonché il fattore di struttura  $q$ .

Dati del Sistema Bilineare Equivalente	
Massa efficace	88084,4 Kg
Rigidezza efficace	250062000 N / m
Periodo efficace	0,117925 s
Spostamento di snervamento	0,00201959 m
Spostamento ultimo	0,0100159 m
$C_b$ ultimo	0,4972915
Duttilità disponibile	4,959363
Fattore di struttura, $q$	2,986423

Figura 552. Informazioni del Sistema Bilineare equivalente ad un solo grado di libertà.

Inoltre sono disponibili anche le informazioni relative ai dati della curva pushover e del sistema ridotto, in accordo alle formule esposte al § 11.1.1.

Risultati Analisi Pushover	
Taglio alla base massimo, $V_b$	609102 N
Peso sismico, $W$	1015550 N
Coefficiente di taglio alla base massimo, $C_b=V_b/W$	0,599777
Spostamento massimo del punto di controllo	0,0115077 m
Dati del Sistema Ridotto	
Taglio alla base massimo, $V_b$	528642 N
Coefficiente di taglio alla base massimo, $C_b=V_b/W$	0,520548
Spostamento massimo del punto di controllo	0,0100159 m

Figura 553. Informazioni relative ai risultati della Analisi Push-over e dati del Sistema Ridotto.

L'area di visualizzazione delle curve di capacità riporta, oltre alla curva push-over del sistema a molti gradi di libertà (in verde tratteggiata – coincidente con la curva del Punto di controllo) e alla curva del sistema ridotto (in azzurro), la curva del sistema bilineare equivalente determinata (in nero).

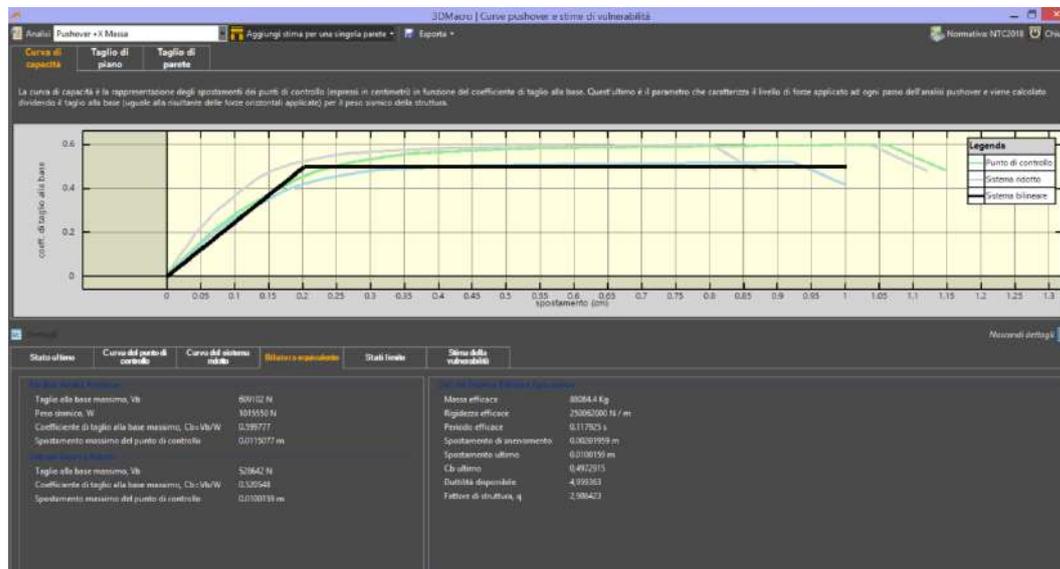


Figura 554. Curva del sistema bilineare equivalente.

## 11.1.5.5. SCHEDA STATI LIMITE

Questa scheda riporta l'elenco degli stati limite rispetto a cui si intende verificare la vulnerabilità sismica.

Stato limite	Definizione	Note	Capacità	Criteri definiti
SLG	Non incluso nella stima		Massima deriva relativa 0.133333%	Massima deriva relativa del 0.13%, Stato limite superiore
SLV	Incluso nella stima		Massima deriva relativa 0.2%	Massimo taglio alla base, Massima deriva relativa del 0.2%, Stato limite superiore
SLV	Incluso nella stima		Massima deriva relativa 0.6%	Massima deriva relativa del 0.6%, Riduzione del taglio alla base al 80%, Stato limite superiore
SLC	Incluso nella stima		Massima deriva relativa 0.6%	Massima deriva relativa del 0.6%, Riduzione del taglio alla base al 80%

Figura 555. Dettagli Stati Limite e Capacità.

Tale elenco è reso in formato tabellare dove è possibile leggere i seguenti parametri:

- Stato limite:** è visualizzato il nome identificativo dello stato limite nonché un simbolo che chiarisce graficamente se lo stato limite è incluso o meno nella stima della vulnerabilità;
- Note:** questo campo indica se lo stato limite è incluso o meno nella stima della vulnerabilità.
- Capacità:** il criterio di capacità adottato per quello stato limite;
- Criteri definiti:** i criteri definiti per quello stato limite.



Figura 556. Barra dei comandi nella scheda dei dettagli Stati Limite

Sulla barra dei comandi sono disponibili le seguenti funzioni:

- Includi nella stima:** selezionare la riga corrispondente allo stato limite che si vuole includere e cliccare su questo comando.
- Capacità:** Consente di modificare i criteri di valutazione della capacità per quello stato limite selezionato.
- Elimina:** elimina lo stato limite selezionato.
- Personalizza stati limite:** attivando questo comando è possibile aggiungere un'ulteriore stato limite, rispetto a quelli già definiti in elenco, che verrà incluso nella verifica della vulnerabilità sismica per un valore del moltiplicatore (espresso in percentuale), minore o maggiore rispetto a quello di default, quest'ultimo posto pari al 100% dell'intensità in termini di accelerazione spettrale dello stato limite. Per aggiungere un nuovo stato limite:
  - cliccare sul bottone "Personalizza stati limite" e selezionare dall'elenco posto a sinistra lo stato limite che si intende aggiungere;
  - quindi cliccare sul bottone posto in basso "Aggiungi stato limite" per accettare l'inserimento dello stato limite selezionato oppure cliccare nuovamente sul bottone "Personalizza stati limite" per annullare l'operazione;

nel caso in cui si è cliccato sul bottone "Aggiungi stato limite" verrà visualizzata una finestra dove poter inserire il valore del moltiplicatore (espresso in percentuale) dell'intensità in termini di accelerazione spettrale dello stato limite.



## APPROFONDIMENTO

Le nuove NTC 2018 hanno invece apportato delle modifiche in seno alla definizione delle categorie di spettri di risposta agli stati limite. Infatti mentre le precedenti NTC2008 definivano due categorie di spettri di risposta di progetto (e precisamente agli stati limite di esercizio e agli stati limite ultimi), oggi invece le NTC2018 distinguono:

1. Spettri di risposta di progetto per lo stato limite di Operatività (SLO).
2. Spettri di risposta di progetto per gli stati limite di danno (SLD), di salvaguardia della vita (SLV) e di prevenzione del collasso (SLC).

L'area di visualizzazione delle curve di capacità riporta graficamente, sulla curva del sistema bilineare equivalente, i valori della capacità di spostamento  $d_{capacità}$  per ciascuno stato limite (cfr. S 11.1.1), con un simbolo di colore grigio.

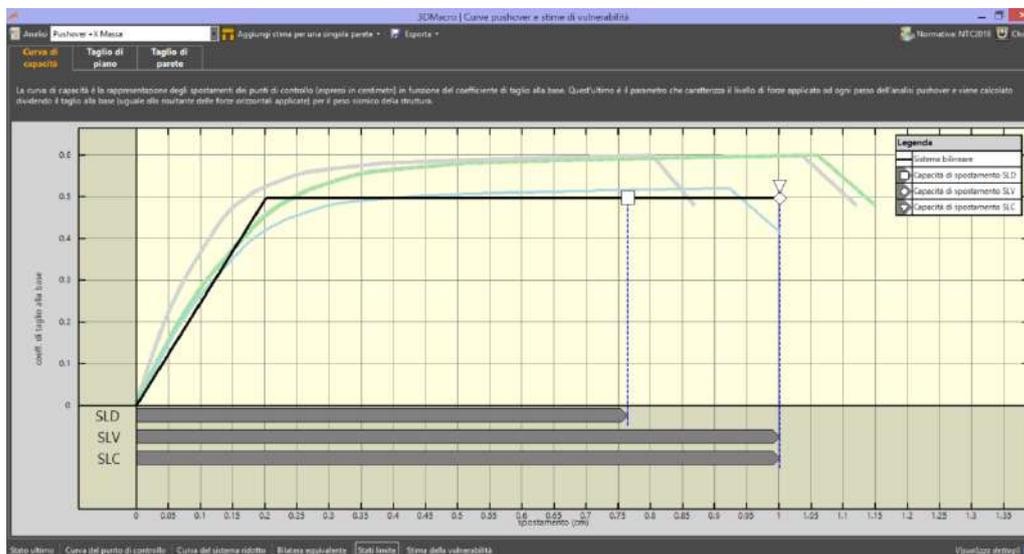


Figura 557. Curva del sistema bilineare equivalente con l'indicazione delle capacità di spostamento per gli stati limite considerati.

### 11.1.5.6. SCHEDA STIMA DELLA VULNERABILITA'

In questa scheda viene eseguita la verifica sismica della struttura. Tale operazione consiste nel confrontare l'impegno richiesto, in termini di spostamento, dal sisma di progetto con la capacità disponibile della struttura, in corrispondenza del raggiungimento degli stati limite considerati. I dettagli relativi sono visualizzabili cliccando sul titolo posto in basso alla finestra (cfr. S 11.1.2).

Nell'area di visualizzazione delle curve di capacità vengono riportate, per ciascuna analisi, la curva di push-over del sistema reale, quella del sistema ridotto e la bilatera equivalente.

Sono inoltre riportati graficamente, per ciascuno degli stati limite, il confronto – in termini di spostamento – tra capacità e richiesta. Vicino a ognuna di tali linee è riportato un simbolo grafico per indicare a quale stato limite si riferisce. Tale simbolo è di colore grigio in corrispondenza della capacità, di colore verde in corrispondenza della richiesta (se questa è inferiore alla capacità), di colore rosso in corrispondenza della richiesta (se questa è oltre la capacità).

La scheda dettagli riporta dunque i risultati della stima di vulnerabilità per gli stati limite definiti nella "Scheda stati limite" (cfr. S 11.1.5). Riporta inoltre il fattore di sicurezza  $\alpha$  (espresso in percentuale), raggiunto dalla verifica stessa. Per facilitare la lettura, tale fattore di sicurezza sarà di

colore verde nel caso in cui  $\alpha = d_{\text{capacità}} / d_{\text{max}} \geq 100\%$  (**verifica soddisfatta**), di colore rosso nel caso opposto (**verifica non soddisfatta**).

L'area di visualizzazione delle curve di capacità riporta graficamente  $d_{\text{max}}$ , sulla curva del sistema bilineare equivalente, i valori della domanda di spostamento  $d_{\text{max}}$  nonché quelli relativi alla capacità di spostamento  $d_{\text{capacità}}$  per ciascuno stato limite. Si ricorda che la verifica ha esito positivo se  $d_{\text{max}} < d_{\text{capacità}}$ , ovvero se  $\alpha = d_{\text{capacità}} / d_{\text{max}} \geq 100\%$  (cfr. S 11.1.1).

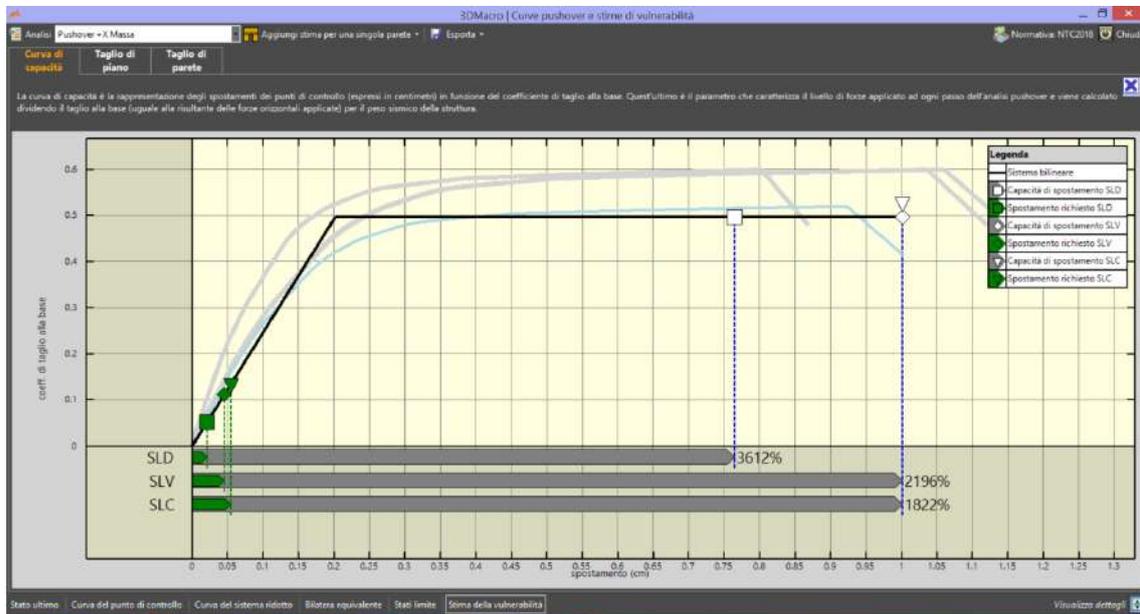


Figura 558. Visualizzazione grafica della Stima di Vulnerabilità in termini di spostamenti.

Nella parte sinistra della finestra dettagli vengono riportati i parametri significativi della verifica di vulnerabilità globale: parametri spettrali, richiesta di spostamento, capacità della struttura. Viene inoltre riportato il coefficiente di sicurezza, in termini percentuali, nei confronti dello stato limite selezionato.

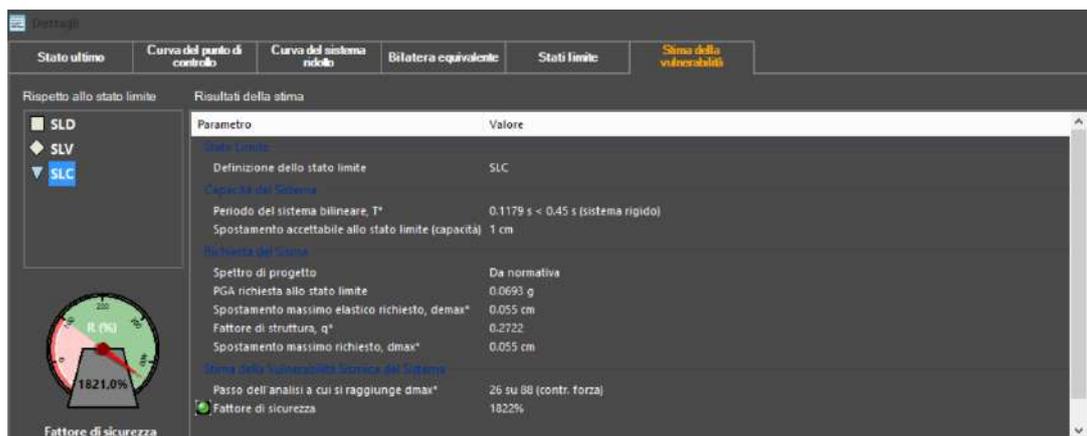


Figura 559. dettagli della verifica in termini di spostamenti.

Nella parte destra viene riportata la verifica sulla resistenza minima del sistema equivalente ai sensi del punto 7.8.1.6 delle NTC 2018. In particolare il rapporto tra il taglio totale agente alla base del sistema equivalente a un grado di libertà, calcolato mediante lo spettro di risposta elastico, e la resistenza del medesimo sistema **non deve essere superiore a 4**.



Figura 560. verifica di resistenza minima del sistema equivalente.

## 11.2. MODULO FUORI PIANO (3DM-FP)



Il modulo **3DM-FP** consente **la verifica a ribaltamento fuori piano** delle pareti murarie e le **verifiche a presso-flessione per carichi laterali**, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

E' possibile eseguire le analisi e le verifiche indicate nel capitolo C8A.4 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 (se si sceglie come Normativa di riferimento le NTC2008) e secondo il par. C8.7.1.2 della Circolare ministeriale del 21 gennaio 2019 n. 7 (se si sceglie come normativa di riferimento le NTC2018).

**Le verifiche fuori piano** possono essere eseguite sia secondo l'approccio dell'analisi cinematica lineare (cfr. §C8A.4.1 della Circolare2009 e §C8.7.1.2.1 della Circolare2019), sia attraverso l'approccio cinematico non lineare (cfr. §C8A.4.2 della Circolare2009 e §C8.7.1.2.1.2 della Circolare2019).

Nell'ambito delle verifiche fuori piano è possibile considerare l'effettivo ammortamento di solai e il contributo di catene e cordoli di piano.

Le verifiche a presso flessione per carichi laterali sono condotte col metodo di cui al punto 4.5.6.2 delle NTC2018 (Verifiche a presso-flessione per carichi laterali – resistenza e stabilità fuori dal piano).



### ATTENZIONE

*Le funzioni di seguito riportate sono disponibili solo per coloro che hanno acquistato la licenza 3DM-FP, modulo verifiche fuori piano.*

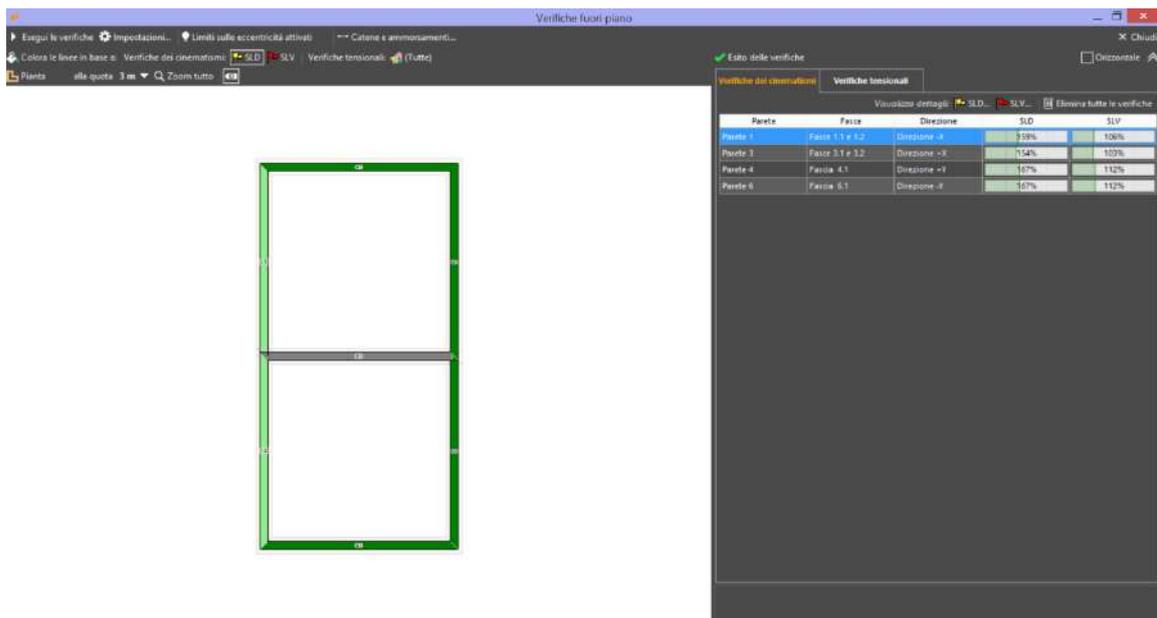


Figura 561. Finestra principale del modulo fuori piano.

La barra dei comandi in alto si compone dei seguenti comandi:

- **Esegui verifiche:** mostra le righe in cui sono elencate le verifiche locali che è possibile eseguire, **Verifiche tensionali** e **Verifiche dei cinematismi**;
- **Impostazioni:** apre la finestra delle impostazioni dei cinematismi fuori piano;
- **Limiti sulle eccentricità attivati/disattivati:** abilita/disabilita i controlli sui limiti sulle eccentricità per le verifiche tensionali proposti dalle Norme. Se il controllo dei limiti sulle eccentricità è abilitato e detti limiti non sono rispettati, la verifica tensionale a presso-flessione per quella parete non verrà eseguita, se invece detto controllo risulta disattivato, durante la verifica viene rilasciato un messaggio, in cui si avvisa che detti limiti non sono rispettati, richiedendo conferma per l'esecuzione della verifica stessa.

- **Catene e ammassamenti:** apre la finestra dell'Analisi dei cinematici fuori-piano, in cui è possibile definire le impostazioni generali relative ai cinematici fuori piano, quelle relative agli ammassamenti dei solai, e l'eventuale presenza di catene.

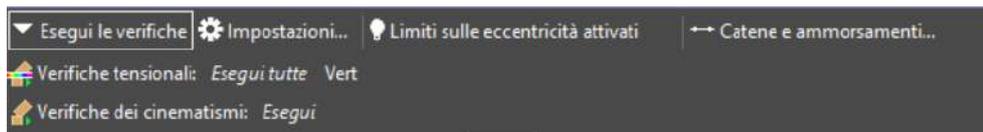


Figura 562. Barra dei comandi del modulo fuori piano.

La finestra del modulo verifiche fuori piano si compone di due sezioni: una in cui viene rappresentata la vista in pianta del modello, alla quota selezionata e un'altra (solitamente posta a destra) contenente i dettagli delle verifiche, riportate in due differenti schede: **Verifiche Tensionali** (verifiche a presso-flessione per carichi laterali) e **Verifiche Cinematici**.

Nella sezione della vista in pianta è possibile visualizzare i risultati delle verifiche eseguite, colorando le linee in base alle Verifiche dei cinematici (SLD o SLV) o alle Verifiche tensionali (in quest'ultimo caso si fa riferimento a tutte quelle eseguite). E' possibile visualizzare graficamente i risultati delle stesse nella "scheda vista in pianta". In particolare saranno associati a ciascun fascia muraria i seguenti colori:

- la fascia muraria supera le verifiche;
- la fascia muraria non supera le verifiche;
- la fascia muraria è esclusa dalle verifiche.

Inoltre nella sezione vista in pianta sono disponibili i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Pianta..alla quota:</b> questo menu a tendina permette la selezione di una quota del modello.
	<b>Zoom tutto:</b> visualizza tutti gli elementi esistenti
	<b>ID:</b> se attivo visualizza i numeri identificativi delle linee di pianta.
	<b>Chiudi:</b> chiude la finestra corrente.

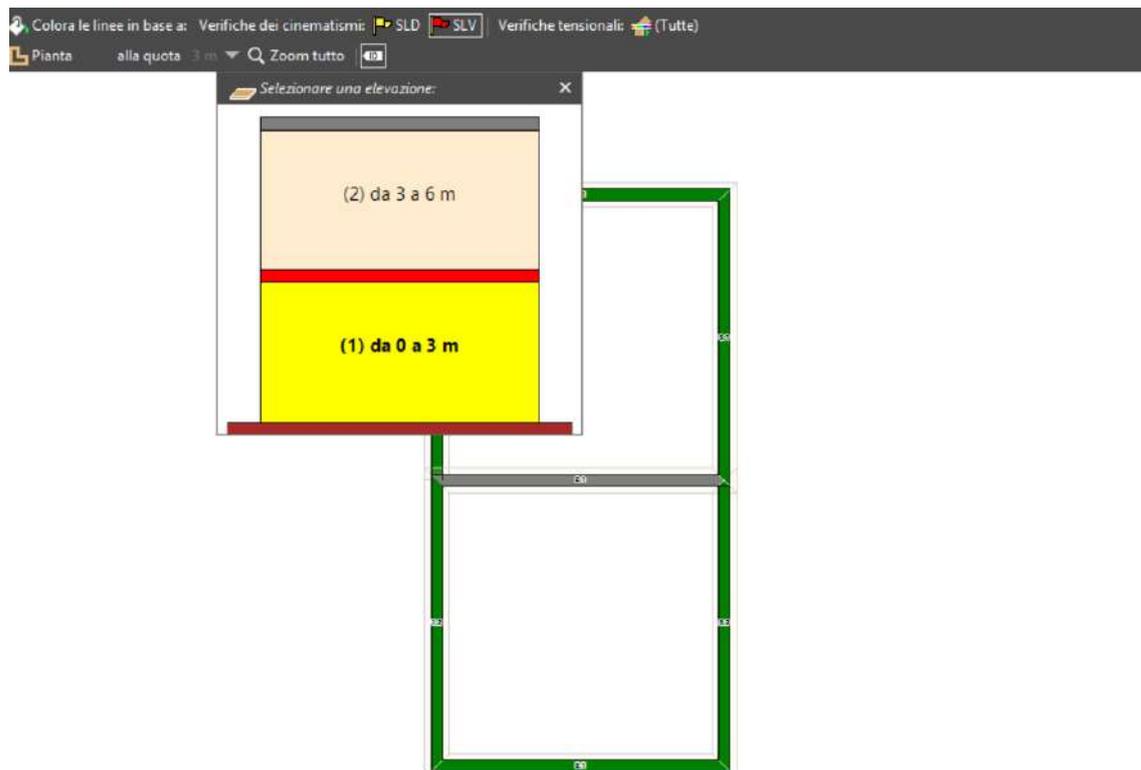


Figura 563. Sezione di una elevazione nella vista in pianta.

Il modulo 3DM-FP è totalmente integrato nell'interfaccia utente del modulo base. Prima di accedere al modulo 3DM-FP è necessario aver definito compiutamente il modello tridimensionale dell'edificio, sia in termini geometrici-meccanici e sia in termini di carichi, attraverso le procedure descritte nei capitoli dell'editor di pianta (cfr. § 5) e dell'editor di parete (cfr. § 6), a meno di eventuali catene o dispositivi ad attrito atti a limitare i meccanismi di collasso per ribaltamento fuori piano della parete. Solo per le verifiche tensionali è altresì necessario aver eseguito almeno un'analisi statica (Vert, SLU, ecc.), prima di eseguire le verifiche.



### IMPORTANTE

**Non è necessario rimodellare la parete da verificare:** la geometria della parete, la presenza di eventuali aperture, i pesi propri e gli scarichi dei solai sono valutati automaticamente dal software a partire dal modello tridimensionale.

*E' importante definire le pareti in modo da consentire al software di identificare le fasce su cui eseguire le verifiche dei cinematicismi fuori piano. Perché ciò avvenga in maniera corretta, occorre che le linee di pianta siano sovrapposte a tutti i livelli di piano.*

#### 11.2.1. VERIFICA DEI CINEMATISMI FUORI PIANO

Le verifiche dei cinematicismi fuori piano sono condotte secondo le prescrizioni della normativa vigente, che impone la determinazione, mediante l'analisi limite, del **moltiplicatore orizzontale  $\alpha$  dei carichi** in funzione dello spostamento  $d_k$  di un punto di riferimento della porzione di parete. Per raggiungere tale scopo il software 3DMacro® suddivide ogni parete in **fasce murarie ossia in porzioni di parete continua**, dalle fondazioni sino alla quota di sommità. Per ogni fascia muraria analizza tutti i possibili cinematicismi compatibili con i vincoli.

Per ciascun cinematisma valuta la domanda sismica di spostamento, determinando la “curva di capacita” del meccanismo locale, ovvero riconducendosi alla risposta (a meno dell’accelerazione di gravità  $g$ ) di un oscillatore equivalente non lineare a un grado di libertà, descritta in termini accelerazione–spostamento come  $\alpha(d)$  [cfr. alla formula C8.7.1.3 e C8.7.1.4 al par. §C8.7.1.2.1.3 del D.M. 17 gennaio 2018, “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” – di seguito brevemente NTC2018 – e s.mm.ii. di cui alla Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 n. 7 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 17 gennaio 2018” – di seguito brevemente Circ.2019).

Sono considerati i vincoli offerti dall’ammorsamento dei solai (cfr. § 11.2.1.1.3.1) nonché la presenza di eventuali catene e cordoli di piano (cfr. § 11.2.1.1.3.2). Si rimanda al paragrafo 7.4.2 del Manuale Teorico per ogni approfondimento.

L’analisi del meccanismo consiste nel calcolare, mediante l’applicazione dell’analisi limite, il moltiplicatore dei carichi che attiva il cinematisma ( $\alpha$ ) e lo spostamento limite del punto di controllo (coincidente con il baricentro delle forze gravitazionali) che annulla la resistenza della parete ( $d_k$ ). Considerando una cinematica lineare, come previsto dalla normativa, si ottiene il legame costitutivo sotto riportato:

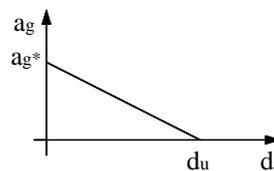


Figura 564. Legame costitutivo a ribaltamento linearizzato.

Alfa rappresenta il moltiplicatore dei carichi che soddisfa la condizione di equilibrio limite tra il momento ribaltante e il momento stabilizzante.

Nel caso in cui esista una condizione di equilibrio limite il moltiplicatore dei carichi  $\alpha$  deve essere maggiore di zero. Viceversa, se alfa risulta minore di zero, non è possibile individuare una condizione di equilibrio per distribuzione di forze applicate, pertanto la struttura non soddisfa i requisiti di stabilità richiesti dalla normativa ed i coefficienti di sicurezza verranno assunti pari a zero, ai vari stati limite.

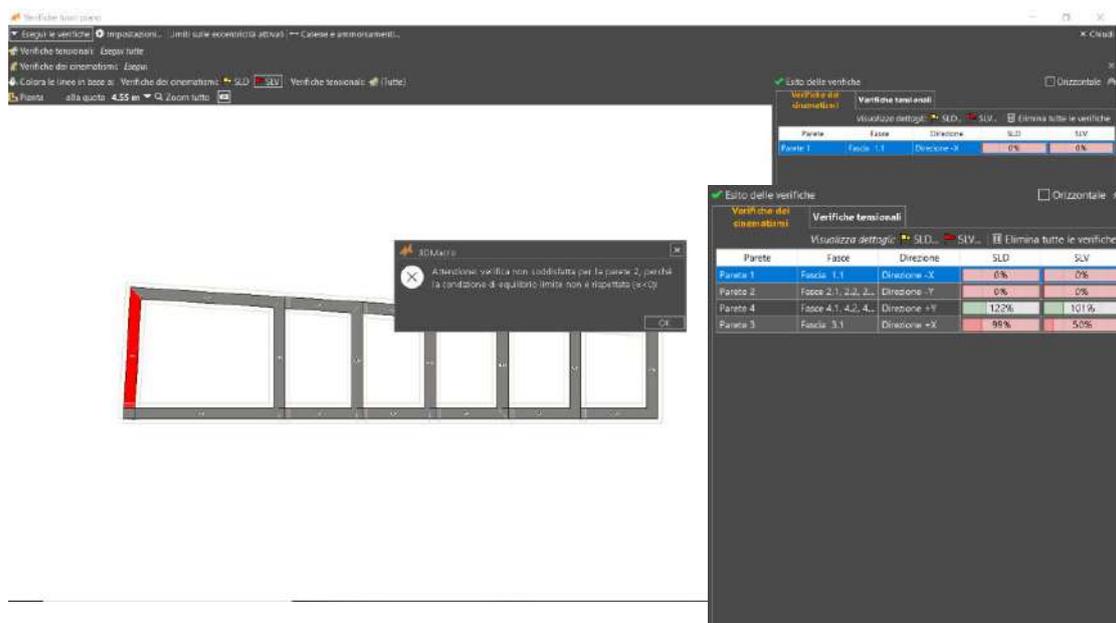


Figura 565. Warning: Non è possibile individuare una condizione di equilibrio per distribuzione di forze applicate. I coefficienti di sicurezza verranno assunti pari a zero.



### IMPORTANTE

*Non è richiesto di ipotizzare a priori i meccanismi più probabili. Il software analizza automaticamente tutti i possibili cinatismi compatibili con i vincoli.*

Le verifiche di sicurezza sono condotte secondo il metodo degli stati limite, confrontando la capacità e la richiesta in termini di accelerazione (verifica cinematica lineare) o in termini di spostamento (verifica cinematica non lineare).

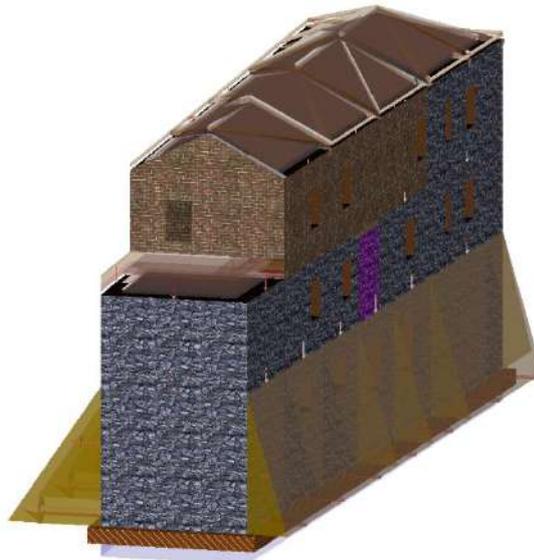


Figura 566. Presenza dell'azione dinamica della spinta delle erre sul paramento murario.

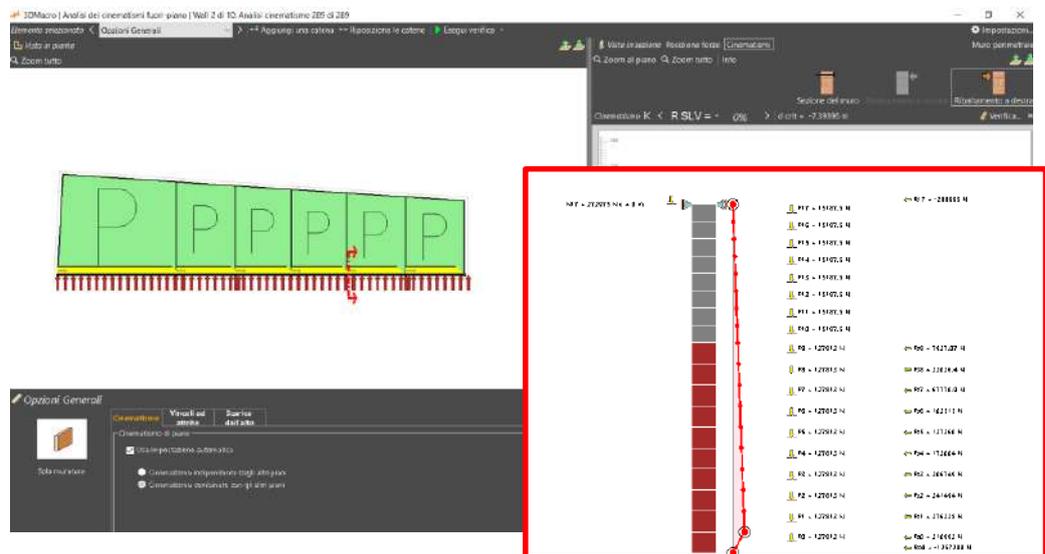


Figura 567. Azione dinamica dovuta alla spinta delle terre e verifiche dei cinatismi fuori piano.

La procedura di analisi cinematica consente anche di tenere conto del contributo della azione dinamica della spinta delle terre nel calcolo del moltiplicatore di collasso.

Nel seguito vengono descritte le funzionalità disponibili nei due ambienti principali di cui si compone la finestra delle verifiche dei cinematismi fuori piano: la **finestra di editing** e la **finestra di verifica**.

#### 11.2.1.1. FINESTRA DI EDITING CINEMATISMI

Tramite questa finestra è possibile visualizzare tutti i parametri che condizionano il comportamento fuori piano della parete e di effettuare la verifica in tempo reale della stessa.



#### ATTENZIONE

*A differenza di quanto avviene nella "finestra di verifica" (cfr. § 11.2.1.2), le verifiche condotte nella "finestra di editing" non verranno riportati nella relazione di calcolo.*

I dati contenuti in questa finestra, derivanti dalla modellazione dell'edificio sia attraverso l'editor di pianta (cfr. § 5) che di parete (cfr. § 6), possono essere opportunamente modificati ed integrati (ammorsamento solai cfr. § 11.2.1.1.3.1, inserimento di catene cfr. § 11.2.1.1.3.2, etc...), per poter meglio definire la cinematica fuori piano.

L'accesso alla finestra di editing può avvenire solo **attraverso la "finestra di verifica"**: cliccando sul bottone "Modifica catene e ammorsamento solai" posto nella barra della scheda "Pianta a quota" (cfr. § 11.2.1.2)

La finestra di editing è composta:

- superiormente da una barra dei comandi rapidi;
- al centro da due schede, denominate rispettivamente "Vista in pianta" e "Vista in sezione";
- in basso a destra il comando "Accetta e Chiudi" per salvare e applicare le modifiche apportate.

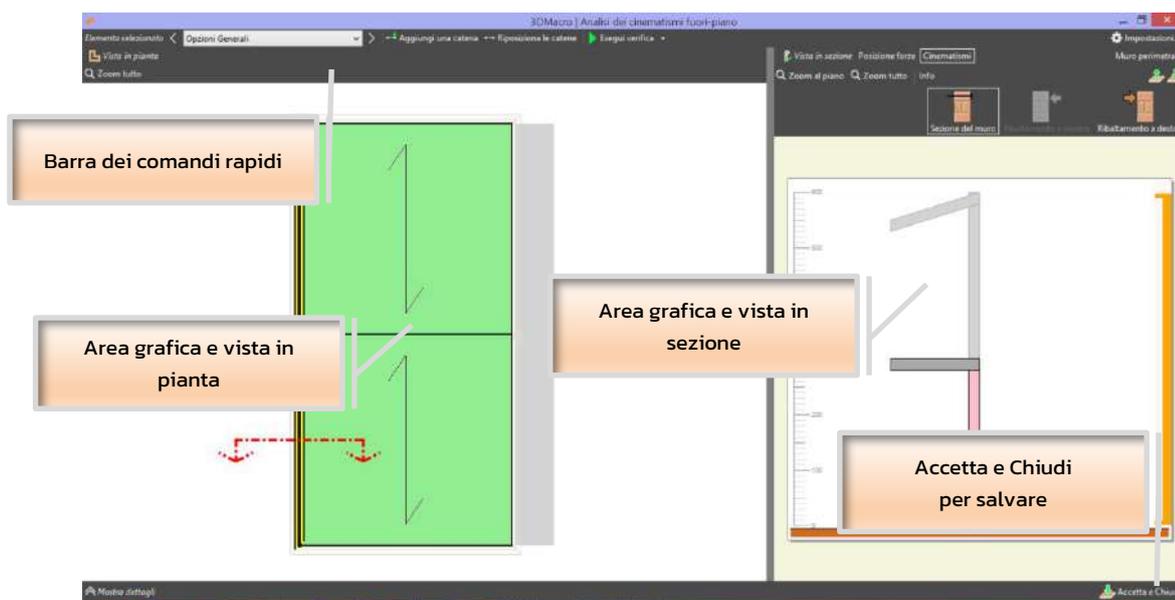
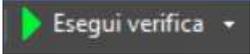
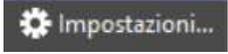


Figura 568. La finestra principale del modulo fuori piano.

## 11.2.1.1.1. LA BARRA DEI COMANDI RAPIDI

La barra dei comandi rapidi permette l'attivazione dei seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Elemento selezionato:</b> questo menu a tendina permette la selezione degli elementi (solai, catene, opzioni generali).
	<b>Elemento precedente/successivo:</b> seleziona l'elemento (solaio, catena, opzioni generali), precedente/successivo a quello corrente.
	<b>Aggiungi una catena:</b> questo comando permette l'introduzione nel modello di calcolo di una catena (cfr. § 11.2.1.3.2), in corrispondenza del piano attivo (cfr. § 11.2.1.1).
	<b>Riposiziona le catene:</b> questo comando riposiziona le catene nella ubicazione di default, ossia al centro della parete e ad una quota pari a cm 50 sotto la quota di sommità del piano attivo.
	<b>Esegui verifica:</b> esegue la verifica dei cinematismi fuori piano della parete.
	<b>Impostazioni:</b> apre la finestra per modificare i parametri di calcolo (cfr. § 11.2.1.22).

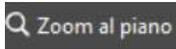
## 11.2.1.1.1. LA SCHEDA "VISTA IN SEZIONE"

La scheda **"Vista in sezione"**, ubicata nella parte destra della finestra principale, permette la visualizzazione in sezione di tutti gli elementi afferenti la verifica fuori piano della parete in muratura selezionata.

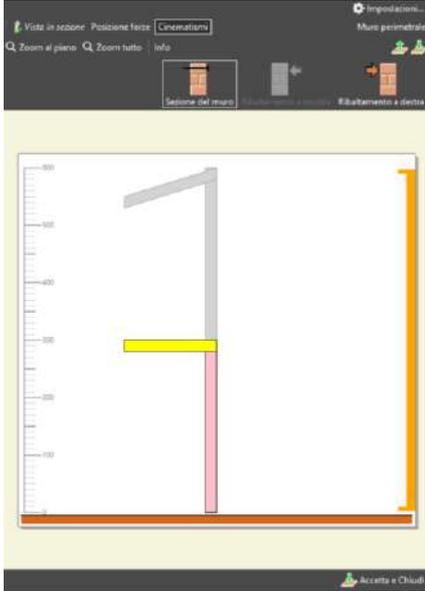
Attraverso questa scheda è possibile selezionare il **piano attivo**, ossia il piano che verrà visualizzato nella adiacente scheda "Vista in pianta". La scelta del piano attivo permette la selezione degli elementi afferenti quel determinato piano (solaio, catene, vincoli ad attrito aggiuntivi, ecc...). Per rendere un piano attivo è sufficiente cliccare su un qualunque elemento visualizzato in questa scheda che sia appartenente allo stesso piano ovvero cliccando sulle apposite icone presenti nella barra dei comandi della scheda "Vista in sezione".

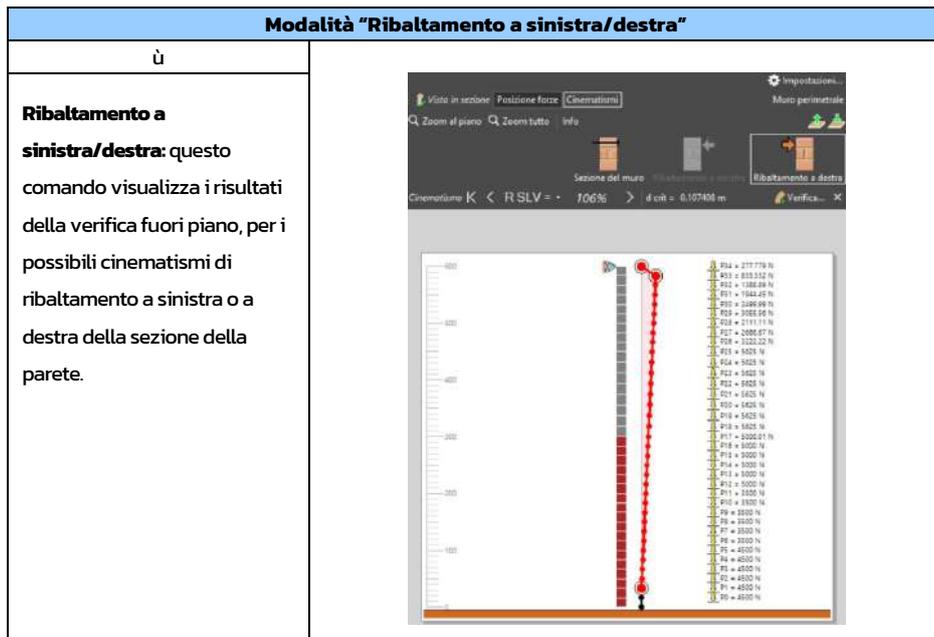
I **cinematismi possibili**, previsti dal codice di calcolo, sono tutti quelli che non sono impediti da vincoli fissi rappresentati da solai ben ammortati (cfr. §11.2.1.3.1) ovvero dalla presenza di pareti ortogonali nella direzione del cinematismo. In particolare il software escluderà dalle verifiche le fasce murarie il cui ribaltamento, a prescindere dal cinematismo, risulta impedito dalla presenza di pareti ortogonali (cfr. § 11.2.1.2).

All'interno della scheda "Vista in sezione" è possibile inoltre utilizzare lo scroll del mouse per spostare il punto di vista della visualizzazione (scroll del mouse premuto), oppure variare il livello di zoom della vista corrente (ruotando lo scroll del mouse). La scheda "Vista in sezione" presenta superiormente una barra contenente i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Zoom tutto:</b> visualizza tutti gli elementi esistenti
	<b>Zoom al piano:</b> visualizza tutti gli elementi esistenti afferenti il piano attivo (quello selezionato nella vista in pianta)
	Seleziona il piano attivo superiore o inferiore a quello corrente.
	<b>Info:</b> apre una finestra in cui vengono riportati i valori dei carichi provenienti dai solai ( $N_{totale}$ ) e quelli dovuti al peso proprio della parete ( $P_{totale}$ ).

All'interno della scheda "Vista in sezione" è possibile attivare diverse modalità di visualizzazione della parete: la modalità "Sezione del muro" e la modalità "Ribaltamento a sinistra/destra".

Modalità "Sezione del muro"	
	
<p><b>Sezione del muro:</b> questo comando permette la visualizzazione e la modifica dei dati di input necessari per effettuare le verifiche fuori piano della parete.</p>	



### ATTENZIONE

*Il pulsante Ribaltamento a destra/sinistra consente solo di visualizzare il cinematismo relativo alla parete (o alla linea di pianta) che è stata verificata per ultima e non riesegue la verifica della parete selezionata. Per eseguire la verifica, cliccare su "Esegui Verifica".*

Quando è attiva la modalità di visualizzazione dei cinatismi (Ribaltamento a sinistra/destra) si attiva un menu contenente i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
R SLV = ▾	<p><b>Seleziona il parametro di verifica:</b> questo menu a tendina permette la selezione del parametro di verifica. In particolare è possibile scegliere se visualizzare i risultati dell'analisi in termini di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• "<math>\alpha</math>", moltiplicatore di attivazione del meccanismo (<math>\alpha_0</math>);</li> <li>• "<b>R SLV</b>", coefficiente di sicurezza rispetto allo Stato limite di salvaguardia della vita;</li> <li>• "<b>R SLD</b>", coefficiente di sicurezza rispetto allo Stato limite di danno;</li> </ul>
K	<p><b>Visualizza il primo cinematismo:</b> visualizza il cinematismo il cui parametro di verifica selezionato è minimo.</p>
◀ ▶	<p><b>Visualizza il cinematismo precedente/successivo:</b> questo comando visualizza il cinematismo il cui</p>

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	parametro di verifica è immediatamente minore/maggiore rispetto a quello correntemente visualizzato.
	<b>Verifica:</b> questo comando apre la finestra dei dettagli dei risultati della verifica (cfr. S 11.2.1.2.3)
	<b>Nascondi cinematici:</b> nasconde la visualizzazione dei cinematici.

#### 11.2.1.1.2. LA SCHEDA "VISTA IN PIANTA"

La scheda "Vista in pianta", ubicata a sinistra della parte centrale della finestra principale, permette la visualizzazione in pianta di tutti gli elementi afferenti il piano attivo, selezionato attraverso la scheda "Vista in sezione". All'interno di questa scheda è possibile utilizzare lo scroll del mouse per spostare il punto di vista della visualizzazione (scroll del mouse premuto), oppure variare il livello di zoom della vista corrente (ruotando lo scroll del mouse).

Gli ammorsamenti dei solai alle pareti vengono visualizzati con una linea ondulata.

Alla selezione di un solaio, nel piano corrente, questo viene evidenziato in rosso, inoltre, selezionando una delle linee di pianta che costituiscono la parete, viene indicata la sezione che verrà visualizzata nella scheda adiacente "vista in sezione".

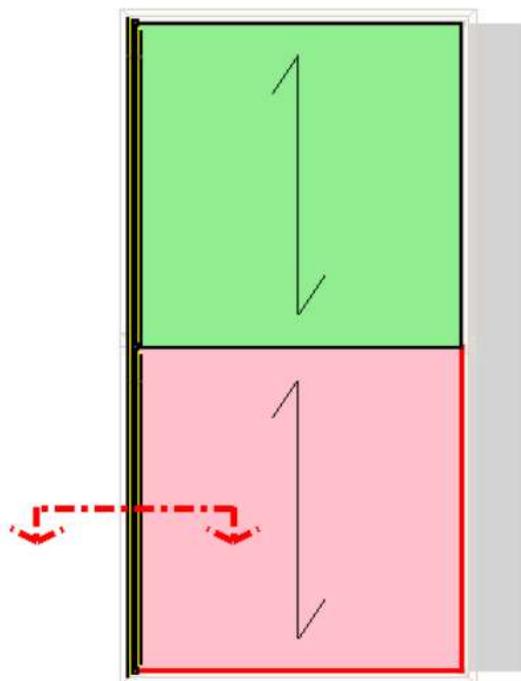


Figura 569. Scheda "Vista in pianta" per la definizione di catene e ammorsamenti solai.

La scheda "Vista in pianta" presenta i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Zoom tutto:</b> visualizza tutti gli elementi esistenti
 	<b>Mostra/Nascondi dettagli:</b> apre la scheda dettagli posta in basso per la modifica dei parametri degli elementi.

### 11.2.1.1.3. EDITA CATENE E AMMORSAMENTI SOLAI

Viene di seguito riportata una rapida panoramica di tutti gli elementi che è possibile immettere e modificare tramite la finestra di editing del modulo analisi e verifiche cinematici fuori piano.

#### 11.2.1.1.3.1. EDITA SOLAI

Il modello computazionale adottato può considerare il tipo di ammorsamento dei solai di piano definendo, in corrispondenza di questi, dei vincoli di tipo rigido o ad attrito. Tali vincoli sono definiti in funzione dei seguenti parametri:

**Ammorsamento, a:** la lunghezza di ammorsamento del solaio all'interno della muratura definisce l'area di contatto tra il solaio e la muratura stessa. Attraverso questo parametro è possibile calcolare l'eccentricità della forza di scarico del solaio sulla parete in muratura.

**Tipo di vincolo:** è possibile scegliere come modellare l'interfaccia tra il solaio e la parete in muratura.

- **Rigido:** in corrispondenza del solaio sarà creato un vincolo rigido che inibisce ogni possibile traslazione (cerniera)
- **Trascurabile:** in corrispondenza del solaio non sarà creato alcun tipo di vincolo
- **Con attrito:** in corrispondenza del solaio sarà creato un vincolo ad attrito il cui carico limite è pari a  $F_a = \alpha \mu P$ , essendo:
  - $\alpha$ , un fattore riduttivo che tiene conto della lunghezza di interfaccia tra il solaio e la parete in muratura. Di default è posto pari a:  $\alpha = a / t$ , essendo  $a$  l'ammorsamento e  $t$  lo spessore della parete in muratura.
  - $\mu$ , il coefficiente di attrito statico che qualifica l'interfaccia tra solaio e muratura.
  - $P$ , il valore numerico dello scarico del solaio.

**Per selezionare un solaio** cliccare sull'oggetto grafico rappresentante il solaio nella scheda "Vista in sezione": l'elemento selezionato sarà visualizzato di **colore giallo**. In alternativa è possibile selezionare il *solaio del piano attivo* attraverso il menu a tendina "Elemento selezionato" posto nella barra dei comandi rapidi oppure cliccando sulla sagoma del solaio nella scheda "Vista in pianta".

**Per modificare** l'ammorsamento ed il tipo di vincolo offerto dal solaio selezionato, cliccare sul bottone "Mostra dettagli" (posto nell'angolo in basso a sinistra della finestra di editing). In alternativa cliccare due volte sull'oggetto che si intende modificare nella scheda "Vista in pianta".



Figura 570. Scheda "Mostra dettagli" elemento solaio

### 11.2.1.1.3.2. EDITA CATENE

L'uso delle catene negli edifici in muratura permette di accrescere significativamente la capacità portante delle pareti murarie contro l'instaurarsi dei meccanismi di rottura fuori piano. Tali catene sono definibili in funzione dei seguenti parametri:

- Posizione:** l'ubicazione della piastra di ancoraggio della catena (capochiave)
- Tipo di acciaio:** il tipo di acciaio costituente la catena
- Diametro:** il diametro della catena

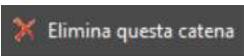
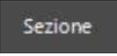
**Per selezionare** una catena cliccare sull'oggetto grafico rappresentante la catena nella scheda "Vista in sezione": l'elemento selezionato sarà visualizzato di colore blu. In alternativa è possibile selezionare la stessa, ovvero un'altra, *catena del piano attivo* attraverso il menu a tendina "elemento selezionato" posto nella barra dei comandi rapidi oppure cliccando sull'oggetto grafico rappresentante la catena nella scheda "Vista in pianta".

**Per modificare o eliminare** una catena, cliccare sul bottone "Mostra dettagli" (posto nell'angolo in basso a sinistra della finestra di editing). In alternativa cliccare due volte sull'oggetto che si intende modificare nella scheda "Vista in pianta".



Figura 571. Scheda "Mostra dettagli" elemento catena.

Di seguito vengono descritti i comandi riportati nella scheda "Mostra dettagli" elemento catena:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	Per cancellare una catena esistente, selezionarla attraverso la procedura descritta superiormente, poi cliccare sul bottone "Mostra dettagli", ed in seguito sul bottone "Elimina questa catena" (posto nell'angolo in alto a destra della scheda dettagli).
	La posizione in pianta della catena rispetto all'origine del sistema di riferimento della parete.
	Questo bottone cambia il lato rispetto a cui è disposta la catena nella parete
	Selezionando questa opzione è possibile indicare il tipo di acciaio e la sezione della catena.
	Attraverso questo menu a tendina è possibile selezionare il tipo di acciaio della catena.
	Attraverso il menu a tendina è possibile selezionare il tipo di sezione della catena (circolare o rettangolare) ed indicare le dimensioni della catena stessa. In alternativa è possibile indicare l'area della sezione della catena.
	Selezionando questa opzione è possibile indicare la forza di trazione che porta allo snervamento la catena.

Inoltre sono disponibili i seguenti comandi nella barra dei comandi rapidi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Per aggiungere</b> una nuova catena cliccare sul bottone "Aggiungi una catena" posto nella barra dei comandi rapidi.
	<b>Riposiziona le catene:</b> questo comando riposiziona le catene nella ubicazione di default, ossia al centro della parete e ad una quota pari a cm 50 sotto la quota di sommità del piano attivo.

### 11.2.1.1.3.3. OPZIONI GENERALI (VINCOLI AD ATTRITO AGGIUNTIVI)

Il modello di calcolo adottato nel modulo verifiche fuori piano permette l'inserimento di ulteriori vincoli ad attrito lungo lo sviluppo delle pareti murarie. Analogamente a quanto visto per i solai, i vincoli ad attrito aggiuntivi sono utilizzabili per modellare quegli elementi strutturali vincolati alla parete muraria (es. ammorsamento di pareti murarie ortogonali), ovvero tutti quegli elementi strutturali che siano in grado di offrire una resistenza, comunque limitata, nei confronti dei meccanismi di rottura fuori piano.

I vincoli ad attrito aggiuntivi introducono nel modello di calcolo dei vincoli con limitata resistenza il cui carico limite è pari a  $F_a = \mu P$ , essendo:

- $\mu$ , il coefficiente di attrito statico del vincolo ad attrito aggiuntivo.

- **P**, lo sforzo normale verticale agente sulla sezione in cui è stato introdotto il vincolo.



Figura 572. Opzioni generali-Cinematismo.

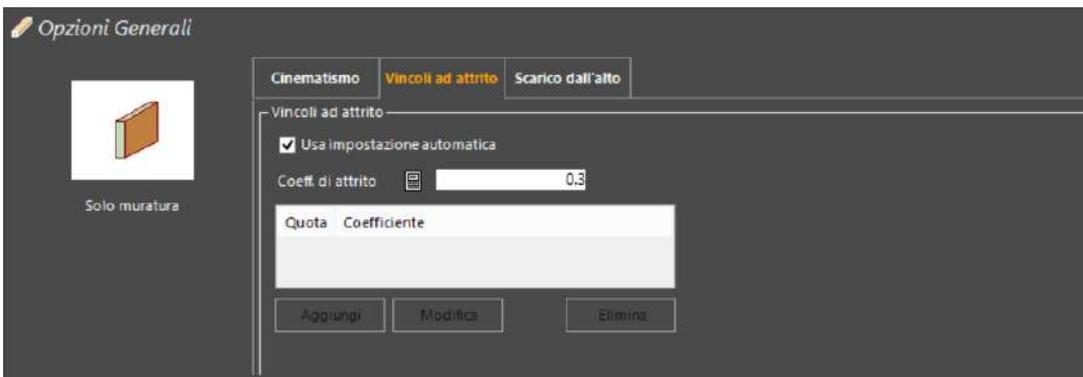


Figura 573. Opzioni generali-Vincoli ad attrito.

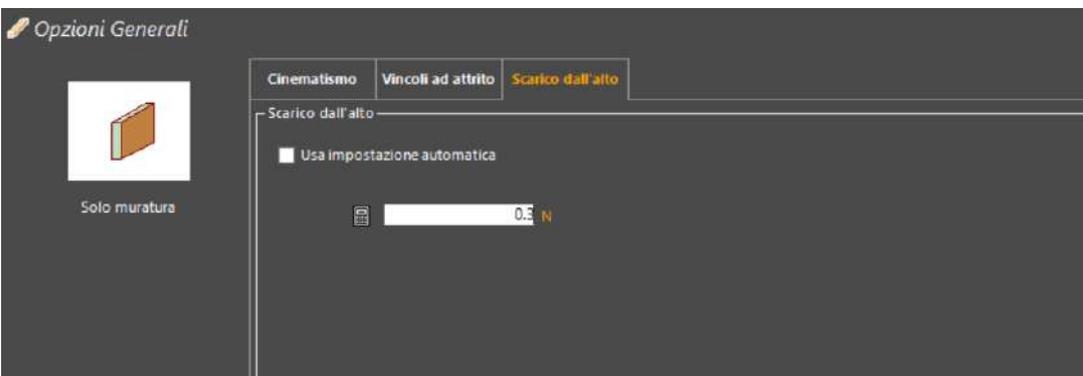


Figura 574. Opzioni generali-Scarico dall'alto.

La scheda "Opzioni generali" è composta dalle schede seguenti:

- **Cinematismo:** selezionando "usa impostazione automatica" il software calcola i cinematismi del piano attivo in modo combinato con gli altri piani. Viceversa è possibile specificare se i cinematismi del piano attivo sono indipendenti oppure combinati con gli altri piani.
- **Vincoli ad attrito:** selezionando "usa impostazione automatica" il software non introduce nel modello di calcolo ulteriori vincoli aggiuntivi. Viceversa sarà possibile specificare e modificare ulteriori vincoli ad attrito attraverso i comandi "aggiungi" e "modifica". In questa versione i vincoli ad attrito aggiuntivi dovranno avere una quota maggiore rispetto a quella del primo piano (cfr. § 4.2.2.1).
- **Scarico dall'alto:** aggiunge un carico in testa alla parete, relativamente al singolo piano.

### 11.2.1.2. FINESTRA DI VERIFICA DEI CINEMATISMI

Questa finestra permette di effettuare la verifica agli stati limite per ribaltamento fuori piano di tutte le fasce murarie delle pareti dell'edificio e visualizzare un resoconto sintetico dei coefficienti di sicurezza. Il software 3DMacro® suddivide ogni parete in fasce murarie ossia in porzioni di parete continua, dalle fondazioni sino alla quota di sommità. Per ogni fascia muraria analizza tutti i possibili cinematismi compatibili con i vincoli. Per ciascun cinematismo valuta il moltiplicatore di collasso  $\alpha_0$ , e lo spostamento critico  $d_c$  assumendo come punto di controllo il baricentro delle masse mobilitate: sono considerati i vincoli offerti dall'ammorsamento dei solai (cfr. § 11.2.1.3.1) nonché la presenza di eventuali catene (cfr. § 11.2.1.3.2). Il software esegue quindi le verifiche agli stati limite attraverso l'analisi cinematica lineare, ovvero attraverso l'analisi cinematica non lineare (cfr. § 11.2.1.2.3), sul sistema equivalente ad un grado di libertà (cfr. § C8.7.1.2.1.3 della Circolare 21 gennaio 2019 n. 7, se si sceglie di operare secondo la cogente normativa di cui alle NTC2018 e cfr. § C8A.4.2.3 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 per le analisi svolte con le NTC2008).

Si rimanda al Manuale teorico al §7.4.3 per ogni approfondimento.

**Per accedere** alla "finestra di verifica" cliccare sul bottone presente nella barra dei comandi rapidi dell'area di lavoro principale (cfr. § 2.2):



#### ATTENZIONE

*A differenza di quanto avviene nella "Finestra di editing" (cfr. § 11.2.1.1), le verifiche condotte nella "Finestra di verifica" verranno riportate nella relazione di calcolo.*

La "finestra di verifica" è composta dai seguenti elementi:

- superiormente da una "barra dei comandi rapidi";
- a sinistra dalla "scheda vista in pianta", per visualizzare e selezionare le "fasce murarie" del "piano attivo" nonché le relative verifiche agli stati limite;
- a sinistra (nella vista verticale) o in basso (nella vista orizzontale) dalla "tabella delle verifiche dei cinematismi", che riassume i risultati delle verifiche fuori piano per ciascuna fascia muraria. Ciascuna riga riporta i coefficienti di sicurezza minimi nei confronti di ciascuno stato limite. Tali coefficienti di sicurezza corrispondono in generale a due meccanismi di ribaltamento differenti. È possibile visualizzare tali cinematismi cliccando sul bottone "dettagli" dopo aver selezionato lo stato limite desiderato (SLV o SLD). Le righe corrispondenti alle fasce che soddisfano le verifiche (entrambi i coefficienti maggiori dell'unità), saranno colorate di verde; viceversa saranno di colore rosso.



#### ATTENZIONE

*Se le fasce della parete sono separate (si faccia riferimento al comando "Unisci/separa fasce del menu contestuale linee di pianta, disponibile nell'Editor di pianta), ogni linea di pianta viene verificata autonomamente rispetto ai cinematismi fuori piano. Se invece le fasce sono unificate, l'intera parete sarà caratterizzata dal medesimo cinematismo.*

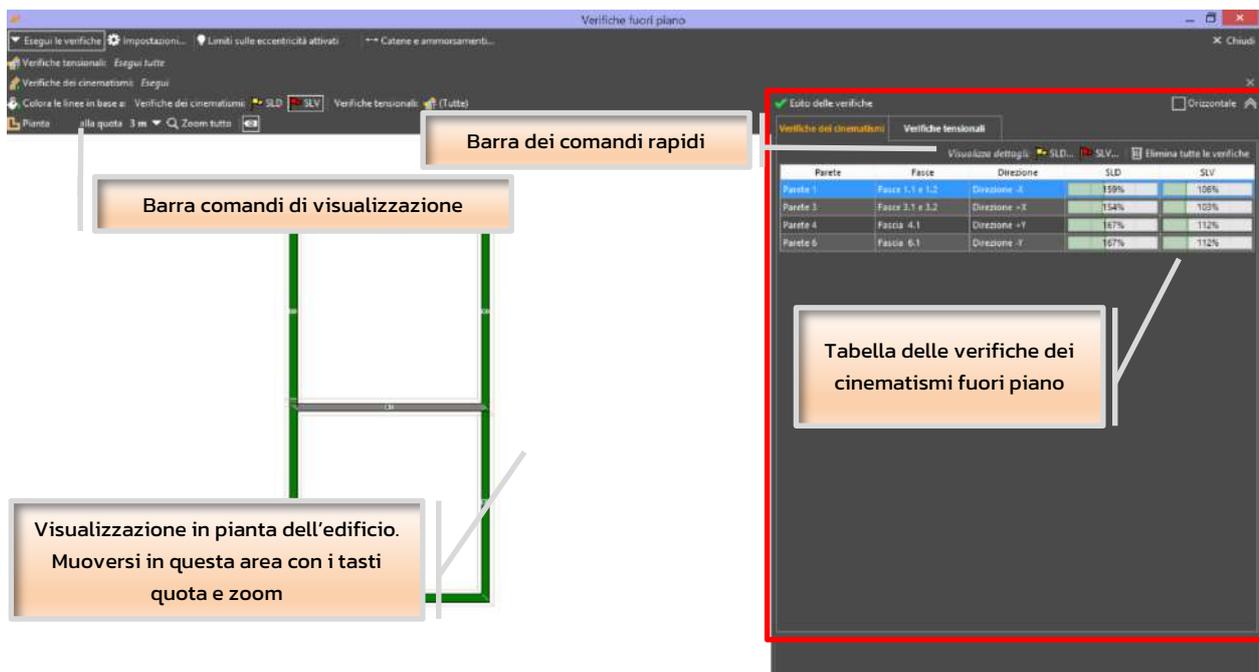


Figura 575. La finestra di verifica dei cinematismi.



**IMPORTANTE**

Il software 3DMacro esegue le verifiche a ribaltamento fuori piano di tutte le fasce murarie prevedendo in automatico tutti i possibili cinematismi.

I **cinematismi possibili**, previsti dal codice di calcolo, sono tutti quelli che non sono impediti da vincoli fissi rappresentati da solai ben ammassati (cfr. § 11.2.1.1.3.1) ovvero dalla presenza di pareti ortogonali nella direzione del cinematismo.

In particolare il software escluderà dalle analisi e dalle verifiche le fasce murarie il cui ribaltamento, a prescindere dal cinematismo, risulta impedito dalla presenza di pareti ortogonali.

E' possibile personalizzare i vincoli fuori piano offerti dalle pareti ortogonali, mediante l'apposito comando "Costituisce un vincolo fuori piano per le altre linee", disponibile dal menu contestuale linee di pianta, dall'Editor di Pianta (cfr. § 5.6.1.3).

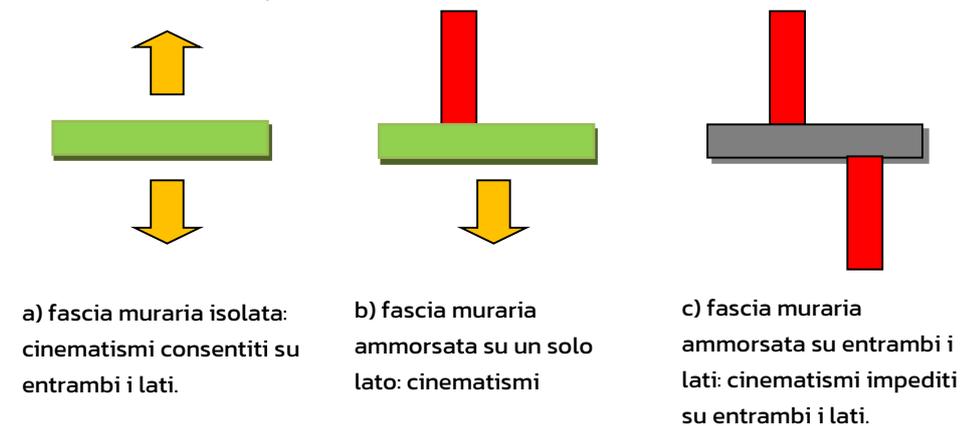


Figura 576. Vista in pianta delle possibili tipologie di cinematismi delle fasce murarie: (a) fascia muraria con cinematismi consentiti su entrambi i lati (b) fascia muraria con cinematismi consentiti solo da un lato (c) fascia muraria con cinematismi impediti.

## 11.2.1.2.1. LA BARRA DEI COMANDI RAPIDI

La **barra dei comandi rapidi** disponibile nella scheda di verifica dei cinematismi permette l'attivazione dei seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Visualizza Dettagli:</b> visualizza il meccanismo con coefficiente di sicurezza minimo rispetto allo stato limite selezionato (SLD o SLV) (cfr. § 11.2.1.2.3)
	<b>Elimina tutte le verifiche:</b> elimina l'esito delle verifiche eseguite dalla tabella sottostante.

## 11.2.1.2.2. LA FINESTRA IMPOSTAZIONI

A questa finestra si accede attraverso il bottone "Impostazioni" posto in alto a destra nella barra dei comandi rapidi.

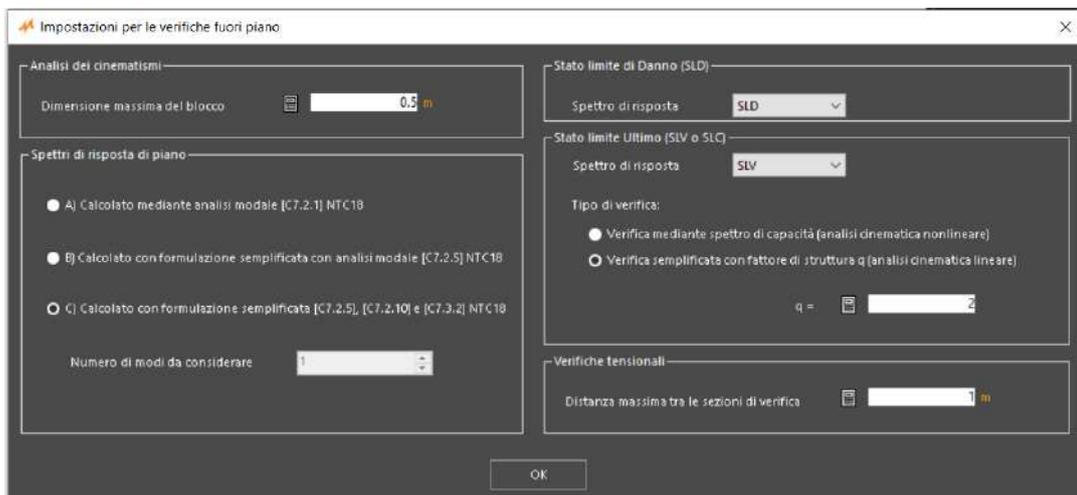


Figura 577. Finestra impostazioni per la verifica dei cinematismi fuori piano

La finestra impostazioni delle analisi permette la modifica dei seguenti parametri:

**Analisi dei cinematismi:**

- **Dimensione massima del blocco:** la dimensione massima rispetto a cui viene discretizzata la fascia della parete in muratura.

**Spettri di risposta di piano:**

Gli spettri di risposta di piano sono valutati in accordo al modello proposto al cap. C7.2. della Circ. 2019. Questi consentono la valutazione dell'azione sismica in un predeterminato punto della struttura.

E' possibile selezionare uno dei tre metodi previsti dalle Normative. Rimandiamo per ogni approfondimento al par 7.4.4.1 del Manuale Teorico.

- **Metodo A) Spettro di risposta calcolato mediante analisi modale [C7.2.1] NTC18:** si fa riferimento alla procedura descritta dalle eq. [C7.2.1; C7.2.2; C7.2.3 della Circ.2019].
- **Metodo B) Spettro di risposta calcolato con formulazione semplificata con analisi modale [C7.2.5] NTC18:** si fa riferimento alla procedura descritta dalle Eq. [C7.2.5; C7.2.6; C7.2.7 della Circ. 2019]

- **Metodo C) Spettro di risposta calcolato con formulazione semplificata [C7.2.5] [C7.2.10] e [C7.3.2] NTC18:** riferimento alla procedura descritta dalle Eq. [C7.2.5; C7.2.6; C7.2.7 della Circ. 2019]

Nella verifica di meccanismi locali in edifici multipiano è, in genere, sufficiente riferirsi al solo primo modo di vibrare nella direzione di verifica, in quanto è quello che induce la domanda di spostamento più significativa

Utilizzando il metodo C) che adotta il sistema semplificato si stima il periodo del cinematismo come quello dell'edificio, con la formula  $T=0.05xH^{(3/4)}$ . Quindi i due periodi coincidono. Utilizzando invece i metodi A) o B) il periodo viene stimato partendo dall'analisi modale e quindi ogni cinematismo avrà il suo periodo, in funzione del modo nella direzione del cinematismo.

**Stato limite di danno (SLD):**

- **Spettro di risposta:** questo menu a tendina permette la selezione dello spettro di risposta da utilizzare per le verifiche allo stato limite di danno.(cfr. § 4.2.1.6).

**Stato limite ultimo (SLV e SLC):**

- **Spettro di risposta:** questo menu a tendina permette la selezione dello spettro di risposta da utilizzare per le verifiche allo stato limite ultimo. (cfr. § 4.2.1.6)

**Tipo di verifica:**

Se è stato selezionato lo spettro di risposta allo SLC è possibile utilizzare per le verifiche dei cinematismi fuori piano soltanto l'approccio cinematico non lineare

Se invece è stato selezionato lo spettro di risposta allo SLV è possibile scegliere l'approccio da utilizzare, tra quello cinematico non lineare e quello cinematico lineare (verifica semplificata con fattore di struttura  $q$ ).

Nel caso in cui venga selezionata l'opzione che attiva l'analisi cinematica lineare è richiesto l'inserimento del fattore di struttura. La normativa consiglia un valore pari a  $q=2.0$  che è quello assunto di default dal programma.

**Verifiche tensionali:**

Limitatamente alle verifiche a pressoflessione per carichi laterali, da questa finestra è possibile impostare la distanza massima tra le sezioni di verifica. Il valore indicato rappresenta il passo di scansione delle verifiche. Dopo aver effettuato la verifica per tutte le sezioni individuate con quel passo, il software riporta l'esito per le due sezioni peggiori, alla base e in testa alla parete.

11.2.1.2.3. DETTAGLI DELLE VERIFICHE

Attraverso questa finestra è possibile visualizzare i dettagli delle verifiche fuori piano del cinematismo con coefficiente di sicurezza minimo rispetto allo stato limite considerato. Le norme tecniche per le costruzioni prevedono due tipi di approcci per le verifiche degli stati limite di salvaguardia della vita (SLV) e di danno (SLD).



**IMPORTANTE**

*Richiamando tale finestra dall'ambiente di editing è possibile visualizzare i dettagli di tutti i cinematismi considerati (cfr. § 11.2.1.1).*

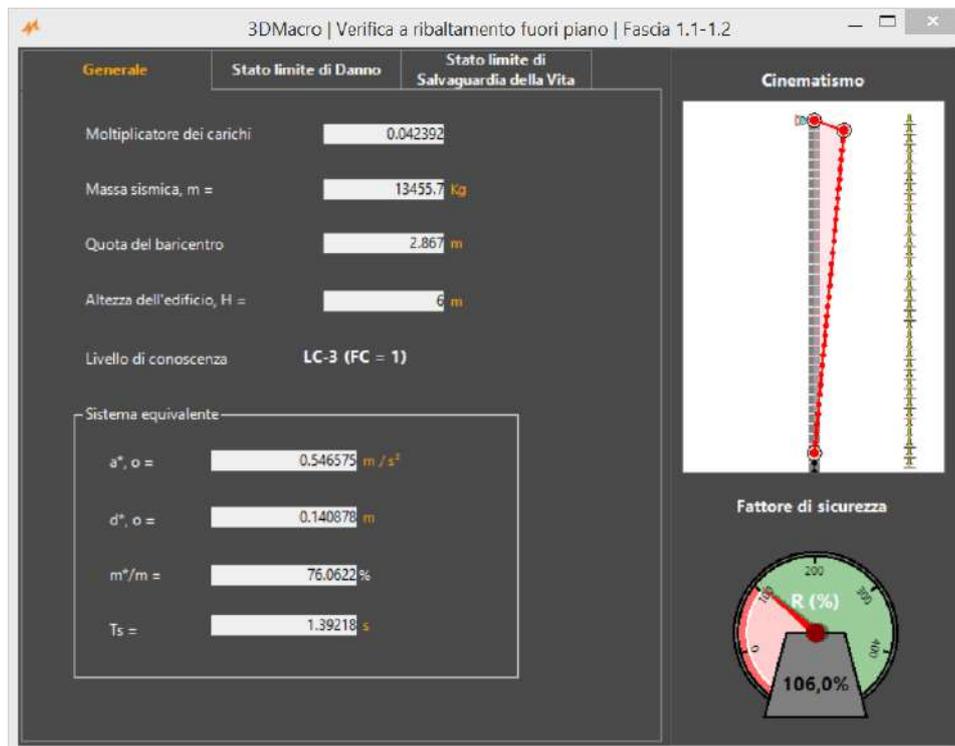


Figura 578. Finestra dettagli delle verifiche: scheda generale.

La scheda “**Generale**” riporta i seguenti parametri:

- **Moltiplicatore dei carichi:** il valore del moltiplicatore dei carichi  $\alpha_0$  (cfr. § C8.7.1.1- Circ. 21.01.2019 n.7), che attiva il meccanismo di ribaltamento.
- **Massa sismica, m:** la massa sismica mobilitata dal cinematismo.
- **Quota del baricentro:** la quota del baricentro della massa sismica mobilitata.
- **Altezza dell'edificio, H:** l'altezza dell'edificio.
- **Livello di conoscenza:** il livello di conoscenza dell'edificio (cfr. § 4.2.1.1).
- **Sistema equivalente:**
  - **a\*<sub>o</sub>:** l'accelerazione spettrale corrispondente all'attivazione del meccanismo [cfr. (C8.7.1.3) – Circ. 21.01.2019 n.7].
  - **d\*<sub>o</sub>:** la capacità di spostamento ultimo [cfr. (C8.7.1.4) – Circ. 21.01.2019 n.7].
  - **e\*<sub>o</sub>:** la frazione di massa partecipante che, in prima approssimazione, può essere valutata considerando gli spostamenti virtuali relativi al cinematismo (misurati a partire dalla configurazione indeformata iniziale) come rappresentativi del modo di vibrazione del meccanismo locale [cfr. C8.7.1.5 Circ. 21.01.2019 n.7].

#### 11.2.1.2.3.1. STATO LIMITE DI DANNO (SLD)

La scheda “Stato limite di Danno” riporta le seguenti informazioni:

- Il grafico dello **spettro di risposta** (in termini di accelerazione spettrale adimensionalizzata  $S_e(T)/g$  e periodo  $T$ ), come definito al § 3.2.6 delle NTC 2008 (curva di colore magenta), nonché quello amplificato del fattore  $\psi(Z) \cdot \gamma$  (curva di colore arancione), relativo al cinematismo mobilitato.
- Il **campo delle accelerazioni spettrali di richiesta** che soddisfano le disequazioni (C8A.4.7) e (C8A.4.8), rappresentato graficamente dalla regione di colore verde sottostante la linea nera tratteggiata: quest'ultima identifica graficamente il valore assunto dall'**accelerazione spettrale di capacità**  $a_o^*$  (cfr. § C8A.4.4, Circ. 02.02.09,

N.617), il cui valore è riportato numericamente nella parte inferiore della scheda (cfr. "Capacità di accelerazione").

- Il **cinematismo** di ribaltamento fuori piano relativo alla verifica in esame.
- I **valori assunti dalle accelerazioni spettrali di richiesta**, cfr. (C8A.4.7)  $\{a_g \cdot S\}$  e (C8A.4.8)  $\{S_e(T_1) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma\}$ , riportati numericamente nella parte inferiore della scheda).
- **Gli indicatori delle accelerazioni spettrali di richiesta** riportati sul grafico dello spettro di risposta (freccie colorate), in corrispondenza dei periodi di vibrare  $T=0$  e  $T=T_1$  che assumono un colore verde se la relativa verifica è soddisfatta; viceversa sono colorate di rosso.
- **L'indicatore del fattore di sicurezza**, posto in basso a destra della scheda "Stato limite di Danno", riporta il fattore di sicurezza ottenuto come il minimo dei rapporti, ascrivibili alle disequaglianze

$$FS = \min \left\{ \frac{a_0^*}{a_g \cdot S}; \frac{a_0^*}{S_e(T_1) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma} \right\}$$

Le verifiche di sicurezza nei confronti dello SLD, in conformità a quanto prescritto dalle norme NTC2018 e successiva Circolare n. 7/2019 sono eseguite automaticamente dal software.

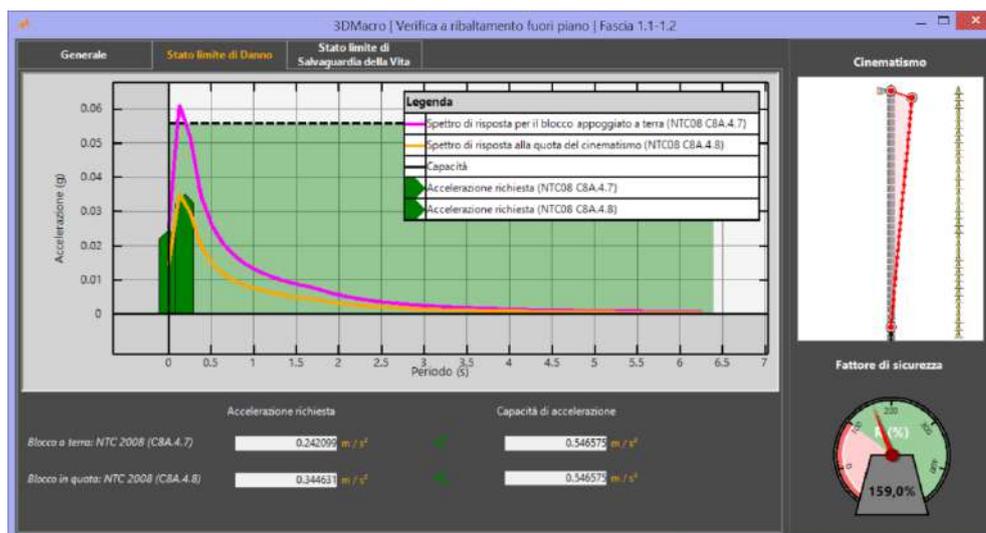


Figura 579. Finestra "Dettagli verifica": scheda "stato limite di danno".

#### 11.2.1.2.3.2. STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)

Nel caso in cui sia stato richiesto di eseguire le verifiche allo SLV mediante l'analisi cinematica lineare (cfr. opzione "tipo di verifica", scheda impostazioni S O), il software eseguirà le verifiche in conformità a quanto prescritto dalle norme NTC2018 e Circ. 7/2019.

La scheda dettagli di verifica allo stato limite di salvaguardia della vita riporta le seguenti informazioni:

- Il grafico dello **spettro di risposta** (in termini di accelerazione spettrale adimensionalizzata  $S_e(T)/g$  e periodo  $T$ ) (curva di colore magenta), nonché quello amplificato del fattore  $\psi(Z) \cdot \gamma / q$  (curva di colore arancione), relativo al cinematismo mobilitato.

- Il **campo delle accelerazioni spettrali di richiesta** che soddisfano le disequaglianze (CBA.4.9) e (CBA.4.10), rappresentato graficamente dalla regione di colore verde sottostante la linea nera tratteggiata: quest'ultima identifica graficamente il valore assunto dall'**accelerazione spettrale di capacità**  $a_0^*$  (linea nera tratteggiata), valore riportato numericamente nella parte inferiore della scheda (cfr. "Capacità di accelerazione").
- Il **cinematismo** di ribaltamento fuori piano relativo alla verifica in esame.
- I **valori assunti dalle accelerazioni spettrali di richiesta**,  $\{a_g \cdot S / q\}$  e  $\{S_e(T_1) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma / q\}$ , riportati numericamente nella parte inferiore della scheda.
- Gli **indicatori delle accelerazioni spettrali di richiesta** riportati sul grafico dello spettro di risposta (freccette colorate), in corrispondenza dei periodi di vibrare  $T=0$  e  $T=T_1$  che assumono un colore verde se la relativa verifica è soddisfatta; viceversa sono colorate di rosso.
- L'**indicatore del fattore di sicurezza**, posto in basso a destra della scheda "Stato limite di Salvaguardia della Vita", riporta il fattore di sicurezza ottenuto come il minimo dei rapporti:

$$FS = \min \left\{ \frac{a_0^*}{a_g \cdot S / q}; \frac{a_0^*}{S_e(T_1) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma / q} \right\}$$

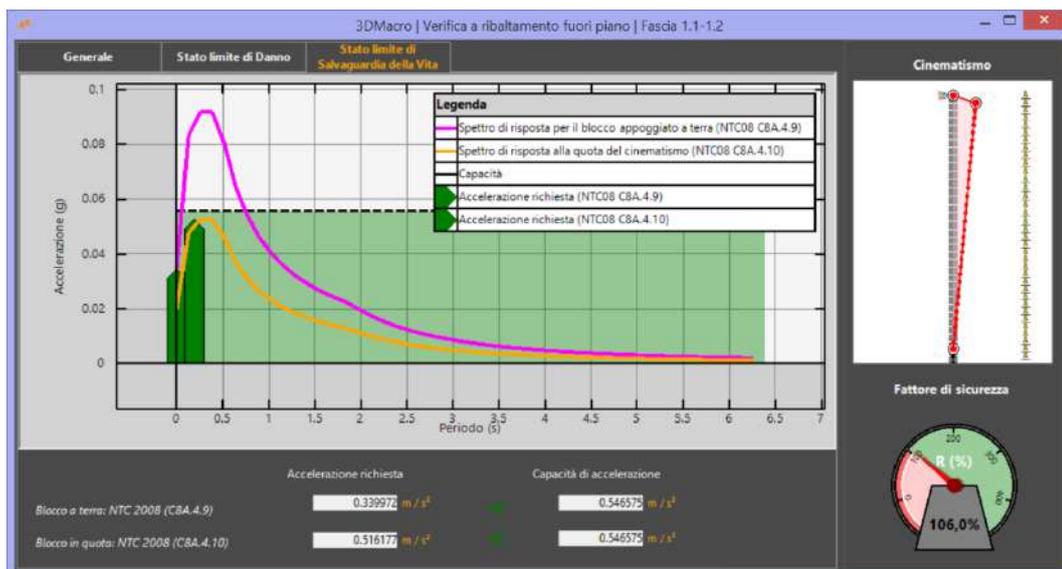


Figura 580. Finestra "Dettagli verifica": scheda "stato limite di salvaguardia della vita", analisi cinematica lineare.

Nel caso in cui sia stato richiesto di eseguire le verifiche allo SLV mediante l'analisi cinematica non lineare (cfr. opzione "tipo di verifica", scheda impostazioni) il software eseguirà le verifiche in conformità a quanto prescritto dalle norme NTC2018. Si riporta brevemente quanto richiesto dalla norma citata:

La scheda dettagli di verifica allo stato limite di salvaguardia della vita riporta le seguenti informazioni:

- Il grafico dello **spettro di risposta** (nel formato ADSR ossia in termini di accelerazione spettrale adimensionalizzata ( $S_e/g$ ) e spostamento spettrale) (curva di colore magenta), nonché quello amplificato in termini di spostamenti:

$$D(T) = S_{De}(T) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma \cdot \frac{(T_s/T)}{\sqrt{\left(1 - \frac{T_s}{T}\right)^2 + 0.02 \frac{T_s}{T}}}$$

(curva di colore arancione) a cui compete un'accelerazione spettrale pari a:

$$A(T) = \frac{4\pi^2}{T^2} D(T)$$

relativo al cinematismo mobilitato.

- Il **campo delle accelerazioni spettrali di richiesta** è rappresentato graficamente dalla regione di colore verde sottostante la linea di colore blu spessa: quest'ultima identifica graficamente la curva di capacità definita attraverso la relazione lineare:

$$a^* = a_0^* (1 - d^*/d_0^*)$$

dove  $a^*$  e  $d^*$  sono l'accelerazione e lo spostamento spettrale,

$a_0^*$  è l'**accelerazione spettrale di capacità**

$d_0^*$  lo **spostamento spettrale equivalente** valutato in corrispondenza dello spostamento  $d_{k,0}$

- La **capacità di spostamento**  $d_u^*$ , pari al 40% dello spostamento spettrale equivalente  $d_0^*$ , è riportato numericamente nella parte inferiore della scheda (cfr. "Capacità di spostamento").
- Il **cinematismo** di ribaltamento fuori piano relativo alla verifica in esame.
- I **valori assunti dagli spostamenti spettrali di richiesta**  $D_s$  e  $D_1$ :

$$D_s = S_{De}(T_s), \quad d_u^* \geq D_s$$

$$D_1 = S_{De}(T_1) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma \cdot \frac{(T_s/T_1)}{\sqrt{\left(1 - \frac{T_s}{T_1}\right)^2 + 0.02 \frac{T_s}{T_1}}}, \quad d_u^* \geq D_1$$

sono riportati numericamente nella parte inferiore della scheda.

- Gli indicatori degli spostamenti spettrali di richiesta**  $D_s$  e  $D_1$  sono riportati sull'asse delle ascisse del grafico dello spettro di risposta (freccie colorate), che assumono un colore verde se la relativa verifica è soddisfatta; viceversa sono colorate di rosso.
- Le rette a periodo costante** associate rispettivamente ai periodi di vibrare pari a  $T=T_1$  (retta di colore rosa, in legenda indicata "Periodo dell'edificio", relativamente alla verifica C8A.4.11), pari a  $T=T_s$  (retta di colore verde, in legenda indicata "Sistema lineare equivalente"), dei sistemi equivalenti ad un grado di libertà. Tali rette, intersecando gli spettri di risposta descritti superiormente, individuano due punti nel grafico (punto 1 e punto S, cfr. Figura 581), a cui corrispondono rispettivamente gli spostamenti spettrali di richiesta  $D_1$  e  $D_s$ .
- L'indicatore del fattore di sicurezza**, posto in basso a destra della scheda "Stato limite di Salvaguardia della Vita", riporta il fattore di sicurezza ottenuto come il minimo dei rapporti, ascrivibili alle disequaglianze

$$FS = \min \left\{ \frac{d_u^*}{S_{De}(T_s)}; \frac{d_u^*}{S_{De}(T_1) \cdot \psi(Z) \cdot \gamma \cdot \frac{(T_s/T_1)}{\sqrt{\left(1 - \frac{T_s}{T_1}\right)^2 + 0.02 \frac{T_s}{T_1}}}} \right\}$$

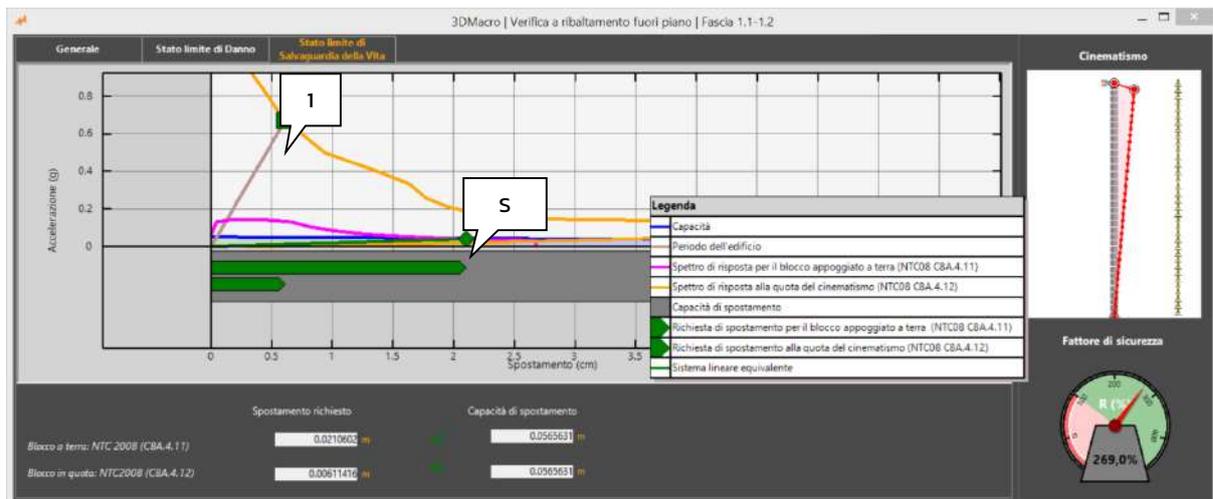


Figura 581. Finestra "Dettagli verifica": scheda "stato limite di salvaguardia della vita", analisi cinematica non lineare.

## 11.2.2. VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE PER CARICHI LATERALI

Le verifiche a presso-flessione per carichi laterali sono condotte secondo le prescrizioni della normativa vigente (cfr. par. 4.5.6.2 delle NTC 2018), che impone la determinazione per l'elemento strutturale una resistenza di progetto a compressione della muratura ridotta, pari a  $f_{d,rid} = \varphi f_d$ . Essendo  $\varphi$  un coefficiente di riduzione della resistenza del materiale (si veda la tab. 4.5.III delle NTC 2018), ottenuto in funzione della snellezza convenzionale della parete e della eccentricità trasversale dei carichi, rispetto al piano medio del muro. Inoltre, le NTC, in ottemperanza alla Circ. n.7 del 21 gennaio 2019, richiedono di tenere conto della distribuzione non uniforme in senso longitudinale delle compressioni, valutando un ulteriore coefficiente riduttivo della resistenza a compressione.

Nel seguito vengono descritte le funzionalità disponibili nei due ambienti principali di cui si compone la finestra delle verifiche dei cinematismi fuori piano: la **finestra di editing** e la **finestra di verifica**.

### 11.2.2.1. FINESTRA VERIFICHE TENSIONALI

Questa finestra permette di effettuare la verifica a presso-flessione per carichi laterali (resistenza e stabilità fuori dal piano), di tutte le fasce murarie delle pareti dell'edificio e visualizzare un resoconto sintetico dei coefficienti di sicurezza, riportati nella scheda Verifiche Tensionali, disponibile nella sezione "Esito delle verifiche".

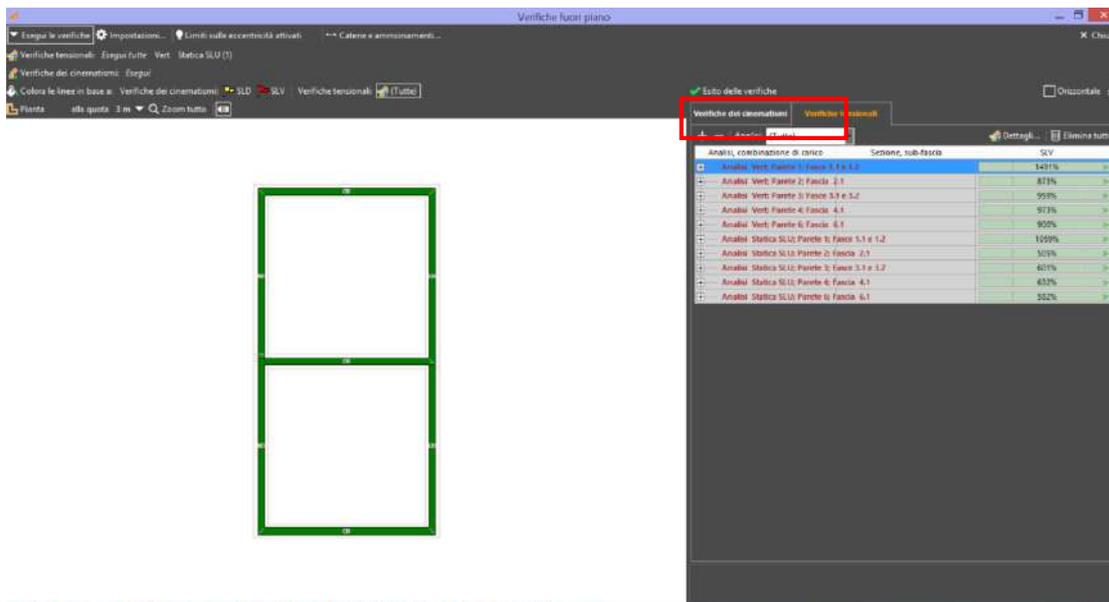


Figura 582. Finestra "Esito delle Verifiche Tensionali".

Sulla barra dei comandi frequenti sono disponibili i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Analisi:</b> Attraverso il menu a tendina Analisi è possibile selezionare l'analisi rispetto alla quale visualizzare l'esito delle verifiche tensionali eseguite; ad esempio: Tutte, Vert, Statica SLU, ecc...</p>
	<p><b>Espandi/Collapse:</b> Espande o comprime la visualizzazione dell'esito delle verifiche tensionali per tutte le fasce che costituiscono le pareti.</p>
	<p><b>Dettagli:</b> apre la finestra in cui sono riportati i dettagli della verifica per la parete selezionata.</p>
	<p><b>Elimina Tutte:</b> Elimina le verifiche eseguite. E' espressamente richiesto dal programma di eliminare tutte le verifiche eseguite, nel caso in cui si decida di modificare i criteri di verifica, selezionando o deselegionando il controllo dei limiti sulle eccentricità imposti dalla normativa (cfr. § 11.2)</p>

## 11.2.2.2. FINESTRA DETTAGLI VERIFICHE

Accedendo alla finestra dei **Dettagli delle Verifiche tensionali** è possibile visualizzare la parete selezionata, in cui vengono evidenziate le sezioni di verifica.

La finestra è suddivisa in tre sezioni:

- **in alto a sinistra** viene rappresentata la vista in prospettiva della parete
- **in basso a sinistra** viene riportata la sezione orizzontale in corrispondenza della sezione di verifica selezionata dalla vista in prospettiva
- **a destra** viene riportata la sezione trasversale della parete

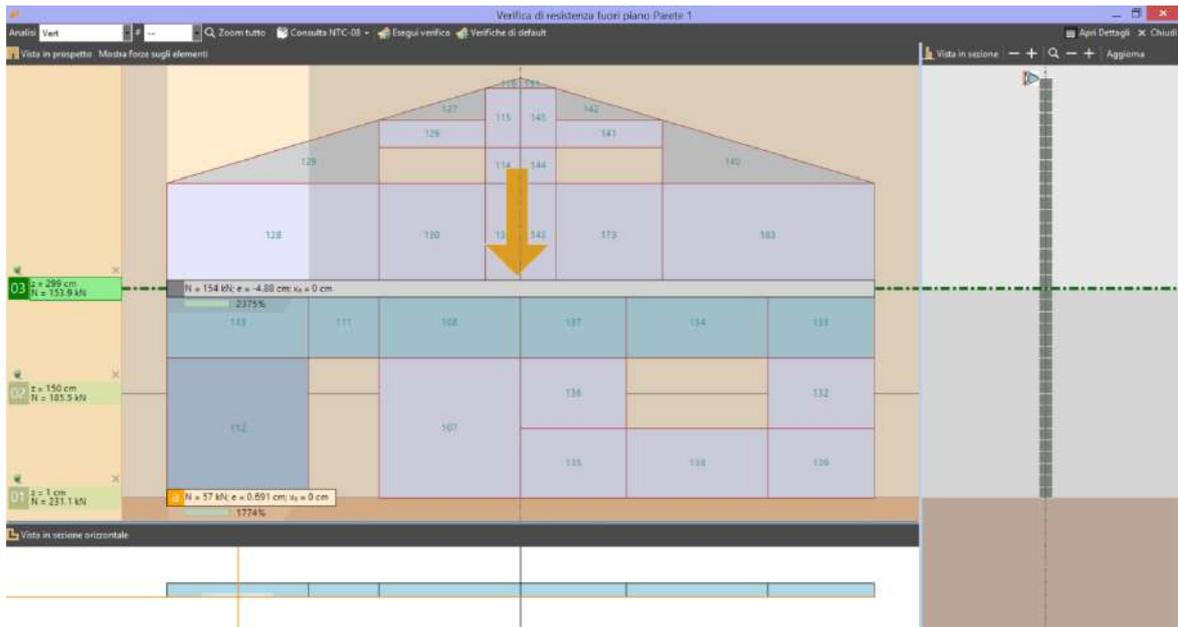
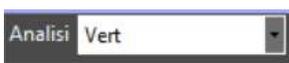
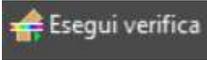


Figura 583. Finestra "Dettagli verifica di resistenza fuori piano"

La barra dei comandi della sezione "Vista in prospettiva" dispone dei seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO																																									
	<b>Analisi:</b> Attraverso il menu a tendina Analisi è possibile selezionare l'analisi rispetto alla quale visualizzare i dettagli delle verifiche tensionali eseguite; ad esempio: Vert, Statica SLU.																																									
	<b>Zoom tutto:</b> visualizza tutta la parete.																																									
	<b>Consulta NTC:</b> consente di consultare le prescrizioni normative relative alla verifica e in particolare visualizza la tabella 4.5.III in cui sono riportati i valori del coefficiente di riduzione $\varphi$ della resistenza della muratura, espressa in funzione della snellezza e del coefficiente di eccentricità trasversale.  <b>Tab. 4.5.III - Valori del coefficiente <math>\Phi</math> con l'ipotesi della articolazione (a cerniera)</b> <table border="1" data-bbox="748 1805 1362 1977"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Snellezza <math>\lambda</math></th> <th colspan="5">Coefficiente di eccentricità <math>m = 6 \text{ e/t}</math></th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>0,5</th> <th>1,0</th> <th>1,5</th> <th>2,0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1,00</td> <td>0,74</td> <td>0,59</td> <td>0,44</td> <td>0,33</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,97</td> <td>0,71</td> <td>0,55</td> <td>0,39</td> <td>0,27</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,96</td> <td>0,61</td> <td>0,45</td> <td>0,27</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>0,69</td> <td>0,48</td> <td>0,32</td> <td>0,17</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0,53</td> <td>0,36</td> <td>0,23</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Snellezza $\lambda$	Coefficiente di eccentricità $m = 6 \text{ e/t}$					0	0,5	1,0	1,5	2,0	0	1,00	0,74	0,59	0,44	0,33	5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27	10	0,96	0,61	0,45	0,27	0,16	15	0,69	0,48	0,32	0,17		20	0,53	0,36	0,23		
Snellezza $\lambda$	Coefficiente di eccentricità $m = 6 \text{ e/t}$																																									
	0	0,5	1,0	1,5	2,0																																					
0	1,00	0,74	0,59	0,44	0,33																																					
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27																																					
10	0,96	0,61	0,45	0,27	0,16																																					
15	0,69	0,48	0,32	0,17																																						
20	0,53	0,36	0,23																																							

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Esegui verifica:</b> esegue la verifica della parete selezionata
	<b>Verifiche di default:</b>
	<b>Apri Dettagli:</b> apre la finestra dei dettagli delle verifiche nella sezione selezionata, costituita da tre schede, in cui sono riportati l'Eccentricità Longitudinale, l'Eccentricità Trasversale e l'Esito della Verifica.

Nel riquadro della vista in prospettiva della sezione vengono mostrate sulla sinistra le sezioni di verifica (section cut), identificate da una etichetta in cui viene riportata la quota z espressa in cm ed il carico N totale (somma dei carichi verticali trasmessi dai pannelli soprastanti per tutte le fasce della parete).

L'etichetta è evidenziata in verde se la verifica in corrispondenza di quella sezione è soddisfatta, è riportata in rosso se invece non è soddisfatta. Infine, il colore dell'etichetta arancio evidenzia invece che i limiti di normativa per le eccentricità non sono rispettati.

In corrispondenza di ogni sezione di verifica (O1, O2, O3) possono essere individuate una o più fasce (a, b, c, d), in funzione della presenza o meno di aperture in corrispondenza di quella determinata sezione.

Le sezioni di verifica predefinite possono essere personalizzate "trascinando" la linea di sezione corrispondente. Per "trascinare" una sezione bloccata occorre sbloccarla, agendo sul rispettivo comando, posto sopra l'etichetta.

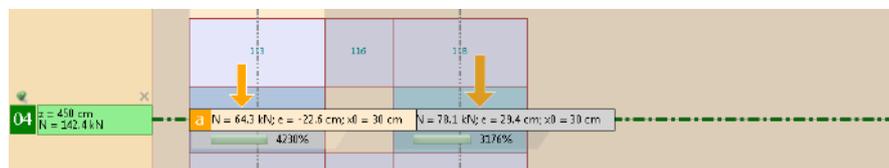


Figura 584. Indicazione della sezione di verifica

Selezionata una sezione di verifica, cliccando sull'etichetta corrispondente posta sulla sinistra, viene mostrata la finestra con i relativi Dettagli, che è composta da tre schede:

- **Eccentricità Longitudinale:** in cui viene riportato il valore dell'eccentricità longitudinale ( $e_1$ ) dei carichi verticali, e i corrispondenti coefficienti  $m$  e  $\phi$  (valutati secondo le prescrizioni della Circ. del 02/02/2009 n.617, S C4.5.6.2 e la Tab. 4.5.III delle Norme Tecniche per le Costruzioni).



Figura 585. Dettagli verifica tensionale: Eccentricità longitudinale

- **Eccentricità Trasversale:** in cui viene riportato il valore dell'eccentricità trasversale ( $e_2$ ) dei carichi verticali, e i corrispondenti coefficienti  $m$  e  $\phi$  (valutati secondo le prescrizioni delle NTC, § 4.5.6.2, Tab. 4.5.III).



Figura 586. Dettagli verifica tensionale: Eccentricità trasversale

- **Verifica:** in cui viene indicato l'esito della verifica, e riportata la resistenza effettiva della muratura, e il confronto in termini tensionali tra la tensione agente e la resistenza ridotta calcolata secondo i criteri di normativa (NTC § 4.5.6.2 e successive modifiche e integrazioni).



Figura 587. Dettagli verifica tensionale: Esito verifica

Per il calcolo della eccentricità longitudinale,  $\lambda = 0$ .

Le NTC impongono inoltre dei limiti per le eccentricità trasversali, di cui il programma tiene conto attivando il corrispondente comando disponibile sulla toolbar della finestra di verifica del modulo Fuori Piano (cfr. § 11.2). In ciascuna delle schede di Dettaglio della verifica vengono visualizzate con un indicatore verde i parametri che rispettano i suddetti limiti.

Nella scheda Verifica viene riportato indicatore di colore verde, se la verifica è soddisfatta, rosso se non è soddisfatta e arancio se non sono rispettati i limiti di normativa sulle eccentricità.

Tabella 4.5.III Valori del coefficiente  $\Phi$  con l'ipotesi della articolazione (a cerniera).

Sveltezza,  $\lambda_s = 5$       Coefficiente di eccentricità,  $m = 0.15$       Cerca       $\Phi = 0.892$       Chiudi

lambda	m = 0	m = 0.5	m = 1	m = 1.5	m = 2
0	1	0.74	0.59	0.44	0.33
5	0.97	0.71	0.55	0.39	0.27
10	0.86	0.61	0.45	0.27	0.16
15	0.69	0.48	0.32	0.17	--
20	0.53	0.36	0.23	--	--

Calcolo di lambda: Interpiano, h = 3 m; Spessore, t = 0.6 m; Sveltezza, h/t = 5

Calcolo di m: Eccentricità, e = 0.015 m; Spessore, t = 0.6 m; m = 6 e/t = 0.15

Figura 588. Dettagli calcolo coefficiente riduttivo Phi

Figura 589.. Dettagli calcolo eccentricità trasversale dei carichi



### APPROFONDIMENTO

Le NTC al punto 4.5.6.2 impongono dei limiti per le eccentricità trasversali. In particolare  $e_1$  ed  $e_2$  devono essere non maggiori di  $0,33 t$ , essendo  $t$  lo spessore del muro (espressione 4.5.12). Inoltre il criterio contemplato dalle NTC per la determinazione del coefficiente di riduzione della resistenza del materiale  $\Phi$  mediante l'utilizzo della tabella 4.5.III, pur consentendo l'interpolazione lineare, non ammette invece estrapolazioni. Pertanto, di norma, se l'eccentricità (trasversale o longitudinale) dovesse essere tale da ottenere valori del coefficiente di eccentricità  $m$  superiori o inferiori ai limiti imposti nella tabella suddetta, il programma lo segnala, e non effettua la verifica.

E' possibile disattivare i limiti sulle eccentricità, agendo sul corrispondente comando. In tal caso i valori di  $\Phi$  vengono estrapolati dalla tabella 4.5.III, mediante estrapolazione lineare. Ottenuto  $\Phi$  al fine di rispettare quanto statuito dalle NTC, se  $\Phi$  risulta maggiore di 1, si assume  $\Phi=1$ . Se invece da questa estrapolazione si ottiene un valore inferiore a 0,16 (limite minimo di  $\Phi$  in tab. 4.5.III), il software assume valori ottenuti compresi tra 0 e 0,16. Se invece  $\Phi$  dovesse risultare dalla estrapolazione inferiore a zero, si assume  $\Phi$  pari a zero.

Tab. 4.5.III - Valori del coefficiente  $\Phi$  con l'ipotesi della articolazione (a cerniera)

Snellezza $\lambda$	Coefficiente di eccentricità $m = 6 e/t$				
	0	0,5	1,0	1,5	2,0
0	1,00	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

### 11.3. VERIFICA A TAGLIO DELLE ASTE IN C.A. (3DM-SMCA)

Selezionando il comando Verifiche a Taglio disponibile dal menu Verifiche, si accede alla finestra Verifiche di resistenza per le verifiche a taglio degli elementi asta in c.a. in accordo con la normativa adottata. Per le verifiche a taglio di travi e pilastri in c.a. in presenza di azioni sismiche si fa riferimento alle direttive della Circ. 7/2019 par. C8.7.2.3.5, valutando la resistenza a taglio in condizioni cicliche. (cfr. Circ. 7/2019 espressione C8.7.2.8). Si tiene conto della riduzione della Resistenza a Taglio degli elementi monodimensionali in condizioni cicliche, in funzione della domanda di duttilità sull'elemento. Detta domanda massima a taglio viene determinata in funzione dei momenti resistenti delle sezioni di estremità degli elementi, valutati amplificando le resistenze dei materiali in base al livello di conoscenza (ovvero al coefficiente di confidenza).



#### ATTENZIONE

*Le funzioni di seguito riportate sono disponibili solo per coloro che hanno acquistato la licenza 3DM-SMCA, modulo strutture miste.*

Il software 3DMacro® modella gli elementi asta (quali travi e pilastri) in c.a. considerando il comportamento non lineare assiale e flessionale. Per tale motivo, essendo sempre rispettate le condizioni di equilibrio indefinite ed al contorno, le analisi non lineari eseguite con il software 3DMacro® non richiedono, a posteriori, la riverifica a flessione delle aste.

Nella definizione delle sezioni asta (cfr. § 4.3.3.1.5), è possibile modellare esplicitamente le rotture fragili a taglio. Seguendo tale approccio, ad ogni passo dell'analisi, il software esegue le verifiche a taglio in tutte le sezioni; nel caso in cui il taglio sollecitante supera il taglio resistente, si procede a ridistribuire, al resto della struttura, le sollecitazioni di taglio e flessione sopportate dell'elemento in modo da scaricare completamente la sezione interessata dalla rottura.

Viceversa è possibile ignorare, durante le analisi, le rotture a taglio. In tal caso è necessario eseguire le verifiche a taglio a posteriori. Tutte leverranno inserite nel "registro degli eventi" e possono provocare l'interruzione dell'analisi qualora l'utente abbia previsto tale circostanza nella definizione degli Stati Limite (cfr. § 4.2.1.6.1).

#### 11.3.1. LA FINESTRA "VERIFICHE DI RESISTENZA" PER LE VERIFICHE A TAGLIO DELLE ASTE IN C.A.

La finestra "**Verifiche di resistenza**" è composta:

- superiormente da una "**barra dei comandi rapidi**" (cfr. § 11.3.1.1);
- a sinistra dalla "**scheda impostazioni**", per impostare alcune opzioni di verifica (cfr. § 11.3.1.2);
- a destra dalle "**schede di verifica**", dove sono riportati i risultati delle verifiche. Le schede di verifica sono: "verifiche non soddisfatte" e "verifiche soddisfatte" (cfr. § 11.3.1.3), "verifiche di involuppo non soddisfatte" (cfr. § 11.3.1.4).

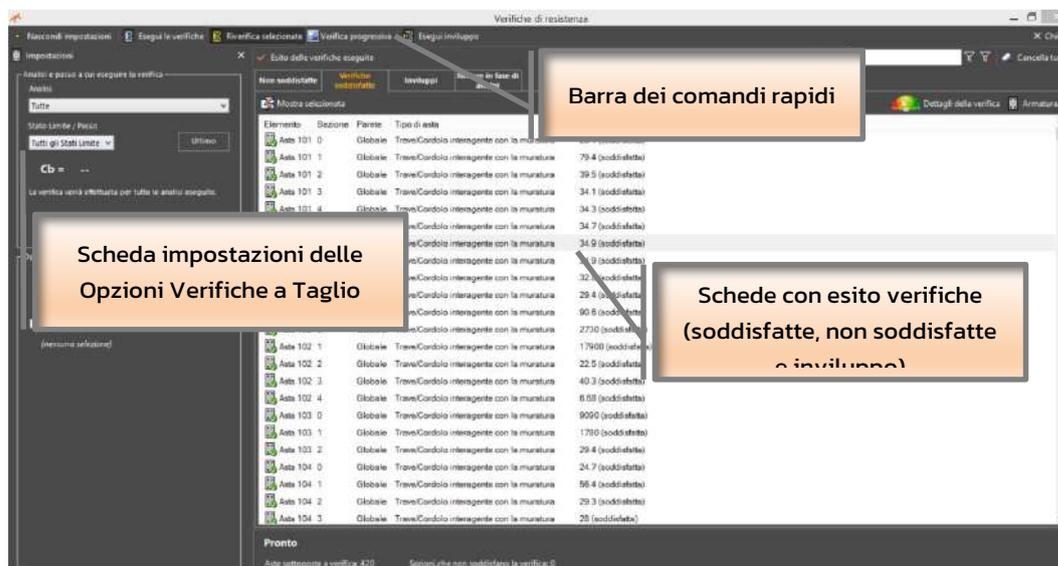
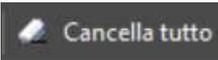


Figura 590. Finestra "Verifiche di resistenza".

### 11.3.1.1. LA BARRA DEI COMANDI RAPIDI

La **barra dei comandi rapidi** permette l'attivazione dei seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Visualizza/Nascondi impostazioni:</b> Visualizza/nasconde la scheda impostazioni delle opzioni delle verifiche a taglio, posta sulla sinistra.
	<b>Esegui le verifiche:</b> esegue le verifiche a taglio di tutte le aste in c.a. secondo i parametri di verifica definiti nella "scheda impostazioni". Le verifiche a taglio saranno aggiunte a quelle già presenti nelle "schede di verifica".
	<b>Riverifica selezionate:</b> ripete la verifica a taglio selezionata nella "scheda impostazioni".
	<b>Esegui inviluppo:</b> esegue le verifiche a taglio considerando le azioni massime rispetto a tutte le analisi eseguite. I risultati delle verifiche di inviluppo non soddisfatte verranno riportati nella scheda "verifiche di inviluppo non soddisfatte"
	<b>Cerca:</b> applica un filtro ai risultati delle verifiche riportati nelle "schede di verifica" digitando, ad esempio, una delle seguenti combinazioni di parole chiavi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>asta 100:</b> cerca l'asta numero 100;</li> <li>• <b>parete 4:</b> cerca tutte le aste che appartengono alla parete 4;</li> <li>• <b>5:</b> cerca tutte le aste il cui numero identificativo contiene il carattere "5" (ad</li> </ul>

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	esempio asta 15, asta 35, asta 50,...), ovvero tutte le aste che appartengono ad una parete il cui numero identificativo contiene il carattere "5" (ad esempio parete 15, parete 35, parete 50,...)
	<b>Applica il filtro:</b> applica il filtro impostato nella casella cerca.
	<b>Cancella il filtro:</b> cancella il filtro impostato nella casella cerca, visualizzando tutte le verifiche eseguite.
	<b>Cancella tutto:</b> cancella tutte le verifiche riepilogate nelle "schede di verifica"
	<b>Chiudi:</b> chiude la finestra corrente.

### 11.3.1.2. LA SCHEDA IMPOSTAZIONI

Mediante il pannello **Impostazioni** è possibile impostare le analisi e il passo a cui eseguire le verifiche a taglio e accedere alla finestra delle opzioni di verifica a taglio, personalizzando i criteri di verifica. In particolare nel groupbox "**Analisi e passo a cui eseguire la verifica**" sono disponibili i seguenti comandi:

- **Analisi:** consente di scegliere l'analisi rispetto a cui eseguire le verifiche a taglio delle aste in c.a. (cfr. menu a tendina "**Stato Limite/Passo**"). E' possibile scegliere "Tutte", oppure selezionarne una in particolare, tra quelle eseguite.
- **Stato limite / Passo:** consente di scegliere lo Stato limite o il Passo dell'analisi selezionata (cfr. menu a tendina "**Analisi**"), in corrispondenza del quale eseguire le verifiche a taglio. In particolare è possibile scegliere "Tutti gli Stati limite" o uno tra "SLV" e "SLD". Inoltre, selezionando la voce "Passo", è possibile personalizzare il passo dell'analisi selezionata, o scegliere l'ultimo passo dell'analisi (cfr. bottone "**Ultimo**").
- **Ultimo:** questo bottone è attivo quando è stata selezionata la voce Passo dal menu a tendina "**Stato Limite/Passo**" permettendo la selezione rapida dell'ultimo passo dell'analisi in genere corrispondente allo SLU raggiunto dalla struttura.
- **Cb:** Nel caso in cui sia stata selezionata un'analisi pushover (cfr. menu a tendina "**Analisi**"), riporta il coefficiente di taglio alla base raggiunto in corrispondenza del passo di analisi o dello stato limite selezionato (cfr. menu a tendina "**Stato Limite/Passo**").
- **Verifica solo:** verifica solo l'elemento (asta) selezionato.



Figura 591. Impostazioni delle verifiche a taglio.

Il groupbox “**Opzioni**” consente di accedere alla finestra delle **Opzioni delle verifiche a taglio delle aste**, cliccando sull’apposito bottone. Inoltre, nel caso in cui sia stata selezionata un’asta dal modello 3D, è possibile selezionare o deselezionare la voce che consente di eseguire la verifica di quella sola asta, di cui viene riportato l’Id.

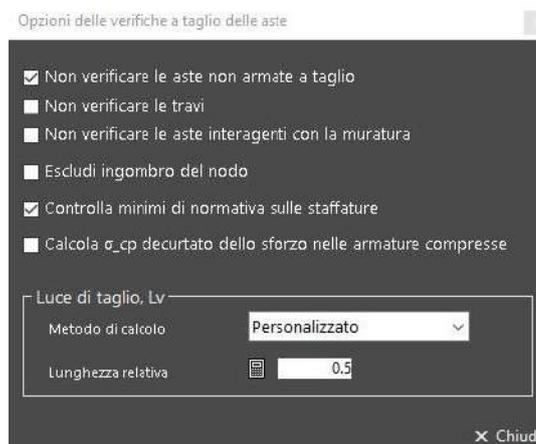


Figura 592. Impostazioni delle verifiche a taglio.

Nella finestra “**Opzioni verifiche a taglio**” sono disponibili i seguenti comandi, già richiamati:

- **Non verificare le aste non armate a taglio:** se selezionata questa opzione, comporta la non verifica delle aste che non dispongono di armatura a taglio (e non riporta l’eventuale rottura nel registro degli eventi).
- **Non verificare le travi:** se selezionata, non viene eseguita la verifica a taglio delle travi (le corrispondenti rotture non saranno riportate nel registro degli eventi). Cfr. elemento-tipo § 4.3.5.3.
- **Non verificare le aste interagenti con la muratura:** se selezionata, non viene eseguita la verifica a taglio delle aste interagenti con i pannelli murari (le corrispondenti rotture non saranno riportate nel registro degli eventi).
- **Escludi ingombro del nodo:** se selezionata, questa opzione esclude le porzioni di asta interessate dall’ingombro reale del nodo, dalla lunghezza dell’asta. Vengono escluse dalla verifica le sezioni dell’asta che si trovano dentro l’ingombro del nodo di intersezione con l’asta su essa convergente (ad esempio nodo trave-pilastro).
- **Controlla minimi di normativa:** se selezionata, questa opzione attiva il controllo dei minimi di normativa, imposti per le armature a taglio (di travi e pilastri). In tal caso, il non

rispetto dei minimi imposti, comporta automaticamente esito negativo nella verifica a taglio delle aste corrispondenti e la segnalazione nel registro degli eventi.

- **Luce di taglio Lv:** viene definita come lunghezza relativa rispetto alla luce totale della trave (cfr. espressione C8.7.2.8 della Circolare n.7/2019, § C8.7.2.3.5).
- **Calcola  $\sigma_{cp}$  decurtato dello sforzo nelle armature compresse:** se attivato, per il calcolo del parametro  $\alpha_c$  si adatterà un  $\sigma_{cp}$  derivante dall'intero sforzo normale applicato alla sezione decurtato del contributo sulle armature compresse (cfr § 4.1.2.3.5.2 delle NTC 2018).

### 11.3.1.3. LE SCHEDE DI VERIFICA SODDISFATTE\NON SODDISFATTE

Dopo aver eseguito le verifiche, è possibile leggerne l'esito portandosi sulle rispettive schede:

- **Non soddisfatte:** riporta, per ogni analisi selezionata, gli elementi asta (con riferimento alle specifiche sezioni di verifica), che non risultano verificati a taglio.
- **Verifiche soddisfatte:** riporta, per ogni analisi selezionata, gli elementi asta (con riferimento alle specifiche sezioni di verifica), che risultano verificati a taglio.
- **Non soddisfatte (involuppo):** riporta l'involuppo delle aste non verificate a taglio. In particolare, per le aste non verificate, in questa scheda viene riportato l'esito della verifica corrispondente alla sezione e al passo dell'analisi che restituisce il coefficiente di sicurezza più basso.

Elemento	Sezione	Parete	Tipo di asta	Coefficiente di sicurezza
Pushover +Y Massa SLV; Cb=0.281				
Asta 131	0	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.934 (crisi nell'acciaio)
Asta 131	1	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.967 (crisi nell'acciaio)
Asta 132	0	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.911 (crisi nell'acciaio)
Asta 132	1	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.943 (crisi nell'acciaio)
Asta 141	0	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.913 (crisi nell'acciaio)
Asta 141	1	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.945 (crisi nell'acciaio)
Asta 145	0	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.933 (crisi nell'acciaio)
Asta 145	1	Globale	Pilastro non interagente con la muratura	0.967 (crisi nell'acciaio)

Figura 593. Esito delle verifiche a taglio eseguite.

La “**scheda verifiche non soddisfatte**” riporta l’elenco delle verifiche delle sezioni delle aste in c.a. la cui verifica a taglio non è soddisfatta. La “**scheda verifiche soddisfatte**” riporta l’elenco delle verifiche delle sezioni delle aste in c.a. la cui verifica a taglio è soddisfatta.

Le schede di verifica sono composte:

- superiormente da una “barra dei comandi”;
- inferiormente da una “tabella di riepilogo delle verifiche”, attraverso cui è possibile selezionare e visualizzare i risultati sintetici delle verifiche.

Ciascuna scheda è caratterizzata dai seguenti comandi:

- **Mostra selezionata:** mostra, evidenziandola sul modello tridimensionale, portandosi automaticamente nell'ambiente principale del programma, l'asta selezionata nella sottostante tabella.
- **Mostra tutte non soddisfatte:** mostra, evidenziandole sul modello tridimensionale, portandosi automaticamente nell'ambiente principale del programma, tutte le aste che risultano non verificate a taglio.

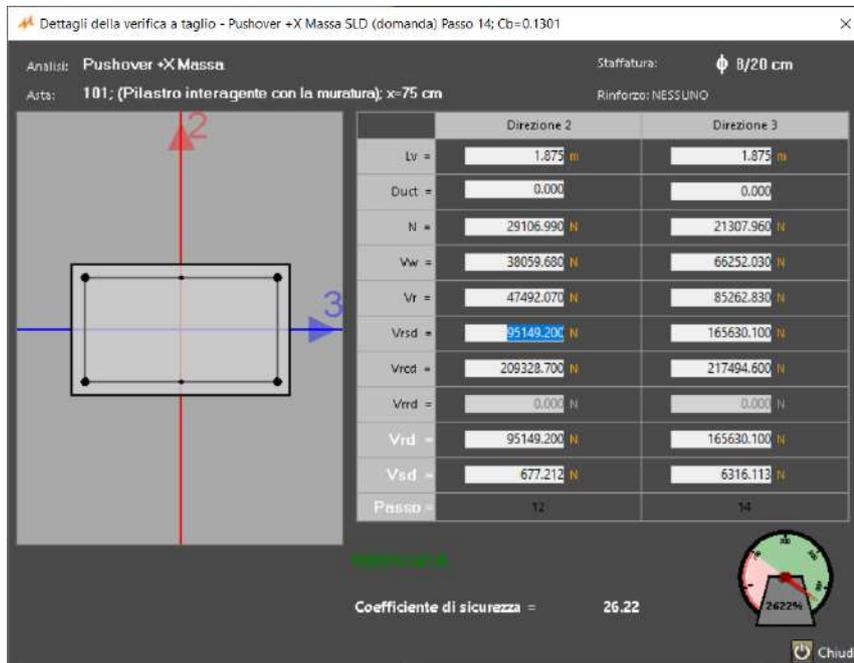


Figura 594. Dettagli della verifica a taglio per la sezione e l'asta selezionata (NTC2018).

- **Dettagli della verifica:** permette di visualizzare i dettagli della verifica a taglio per l'asta selezionata e la sezione selezionata. In particolare viene riportata una rappresentazione della sezione e l'indicazione dell'analisi e della staffatura disposta, oltre l'eventuale presenza di rinforzo in FRP. Nella sottostante tabella dei dettagli, per ciascuna direzione di verifica, si riportano:
  - **V<sub>rsd</sub>:** Resistenza di calcolo a "taglio trazione", riferito all'armatura trasversale
  - **L<sub>v</sub>:** luce di taglio (cfr. § C8.7.2.3.1 Circ. 7/2019)
  - **D<sub>uct</sub>:** duttilità (cfr. § C8.7.2.3.5 Circ. 7/2019)
  - **N:** sforzo normale di compressione, pari a zero se di trazione (cfr. § C8.7.2.3.5 Circ. 7/2019)
  - **V<sub>w</sub>:** Contributo della resistenza a taglio delle staffe in condizioni cicliche ( cfr. § C8.7.2.3.5 Circ. 7/2019 )
  - **V<sub>r</sub>:** resistenza a taglio in condizioni cicliche (cfr. § C8.7.2.3.5 Circ. 7/2019))
  - **V<sub>rsd</sub>:** resistenza a taglio, contributo delle staffe in condizioni non sismiche (cfr. § 4.1.2.3.5.2 NTC2018)
  - **V<sub>rcd</sub>:** resistenza a taglio, contributo del calcestruzzo in condizioni non sismiche (cfr. § 4.1.2.3.5.2 NTC2018)
  - **V<sub>rrd</sub>:** contributo del rinforzo a taglio
  - **V<sub>rd</sub>:** Resistenza di calcolo a "taglio compressione", con riferimento al calcestruzzo d'anima
  - **V<sub>sd</sub>:** Resistenza della sezione rinforzata (rinforzi FRP)

- **$V_{rd}$** : Resistenza a taglio della sezione , ottenuto come:
  - **Se  $Duct < 2$** :  **$V_{rd}$**  è il valore massimo tra la resistenza a taglio in condizioni cicliche  $V_r$  e la resistenza a taglio in condizioni non sismiche. Questa ultima è ottenuta come minimo valore tra  $(V_{rsd} + V_{rrd})$  e  $V_{rcd}$
  - **Se  $Duct > 3$** :  **$V_{rd} = V_r$**  (ovvero resistenza a taglio in condizioni cicliche , cfr. S C8.7.2.3.5 Circ. 7/2019)
  - **Se  $3 \leq Duct \leq 2$** :  **$V_{rd}$**  è dato dalla interpolazione dei valori di  $V_{rd}$  ottenuti nei due casi precedenti.
- **$V_{sd}$** : Valore di calcolo del taglio sollecitante

Se la normativa di riferimento è la **NTC2008**, la finestra dei dettagli è quella riportata nella seguente Figura 595 :

- **$V_{rsd}$** : resistenza di calcolo a "taglio trazione", riferito all'armatura trasversale
- **$V_{rcd}$** : resistenza a taglio, contributo del calcestruzzo
- **$V_{rrd}$** : resistenza della sezione rinforzata (rinforzi FRP)
- **$V_{rd}$** : Resistenza a taglio della sezione , ottenuto come minimo valore tra  $(V_{rsd} + V_{rrd})$  e  $V_{rcd}$
- **$V_{sd}$** : Valore di calcolo del taglio sollecitante

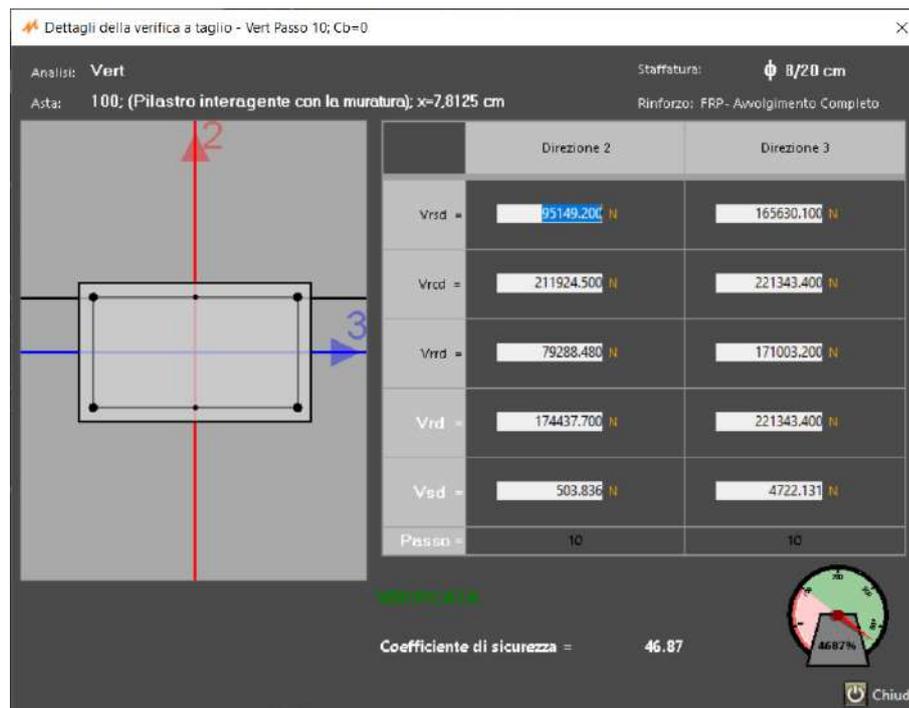


Figura 595. Dettagli della verifica a taglio per la sezione e l'asta selezionata (NTC2008)

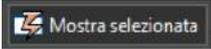
Inoltre nella stessa finestra, in basso viene indicato l'esito della verifica ("Verificata" o "Non Verificata"), e il corrispondente coefficiente di sicurezza, con la corrispondente rappresentazione grafica.

- **Armatura**: permette di visualizzare il dettaglio dell'armatura per l'elemento asta selezionato e contestualmente di personalizzare le armature a taglio.

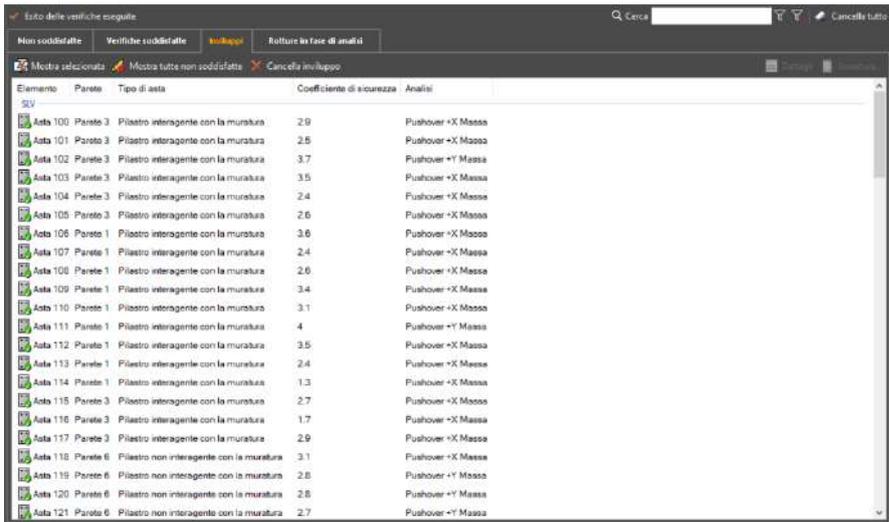
## 11.3.1.4. LA SCHEDA VERIFICHE DI INVILUPPO

La “**scheda verifiche di involuppo**” riporta l’esito delle verifiche delle aste in c.a. il cui coefficiente di sicurezza (taglio resistente / taglio sollecitante) è pari al minimo tra quelli ottenuti per tutte le analisi eseguite e per tutte le sezioni di verifica, per ciascuno elemento asta.

La “barra dei comandi” contiene i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Esegui involuppo:</b> esegue le verifiche a taglio considerando le azioni massime rispetto a tutte le analisi eseguite.
	<b>Mostra selezionata:</b> visualizza l’asta selezionata nella “tabella di riepilogo delle verifiche” nel modello geometrico tridimensionale (cfr. la finestra centrale di visualizzazione dell’area di lavoro principale, § 2.1)
	<b>Mostra tutte non soddisfatte:</b> visualizza tutte le aste che non soddisfano la verifica a taglio nel modello geometrico tridimensionale (cfr. la finestra centrale di visualizzazione dell’area di lavoro principale, § 2.1)
	<b>Cancella involuppo:</b> cancella i risultati delle verifiche a taglio di involuppo.

Dopo aver eseguito l’involuppo, nella scheda omonima vengono mostrati gli esiti delle verifiche, per ciascun elemento, corrispondenti alla analisi più sfavorevole, ovvero quelli a cui corrisponde il coefficiente di sicurezza più basso.



Elemento	Parete	Tipo di asta	Coefficiente di sicurezza	Analisi
Asta 100	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	2.9	Pushover +X Massa
Asta 101	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	2.5	Pushover +X Massa
Asta 102	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	3.7	Pushover +Y Massa
Asta 103	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	3.5	Pushover +X Massa
Asta 104	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	2.4	Pushover +X Massa
Asta 105	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	2.6	Pushover +X Massa
Asta 106	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	3.6	Pushover +X Massa
Asta 107	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	2.4	Pushover +X Massa
Asta 108	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	2.6	Pushover +X Massa
Asta 109	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	3.4	Pushover +X Massa
Asta 110	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	3.1	Pushover +X Massa
Asta 111	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	4	Pushover +Y Massa
Asta 112	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	3.5	Pushover +X Massa
Asta 113	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	2.4	Pushover +X Massa
Asta 114	Parete 1	Pilastro interagente con la muratura	1.3	Pushover +X Massa
Asta 115	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	2.7	Pushover +X Massa
Asta 116	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	1.7	Pushover +X Massa
Asta 117	Parete 3	Pilastro interagente con la muratura	2.9	Pushover +X Massa
Asta 118	Parete 6	Pilastro non interagente con la muratura	3.1	Pushover +X Massa
Asta 119	Parete 6	Pilastro non interagente con la muratura	2.6	Pushover +Y Massa
Asta 120	Parete 6	Pilastro non interagente con la muratura	2.8	Pushover +Y Massa
Asta 121	Parete 6	Pilastro non interagente con la muratura	2.7	Pushover +Y Massa

Figura 596. Involuppo esiti verifiche a taglio aste.

- **Elemento** : ID elemento
- **Parete**: ID parete a cui appartiene l'asta
- **Tipo di Asta**: trave o pilastro
- **Coefficiente di sicurezza**: minimo coeff. di sicurezza ottenuto per quell'elemento, tra tutti quelli ottenuti per ciascuna sezione e per ogni analisi eseguita. Il coeff. di sicurezza è dato dal rapporto tra taglio resistente e taglio sollecitante.
- **Analisi**: analisi PO rispetto a cui si è ottenuto quel coeff. di sicurezza.

#### 11.3.1.5. PERSONALIZZAZIONE ARMATURE

Questa finestra, da cui è possibile personalizzare le armature (sia longitudinali che trasversali) delle aste in c.a., è disponibile cliccando sul comando Armature, dall'ambiente di verifica a taglio delle aste, o dalla finestra di definizione delle sezioni per gli elementi asta (cfr. S4.3.3.13).

Per poter modificare le armature è necessario cliccare sul comando "Personalizza armatura" nel groupbox a destra.

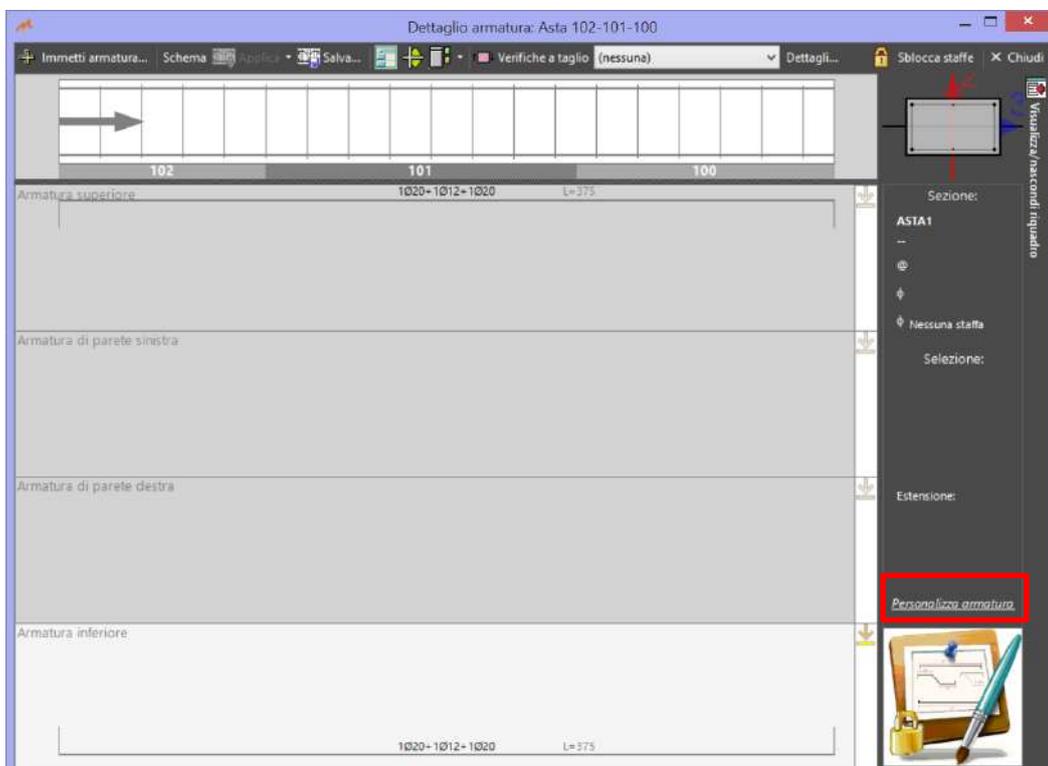
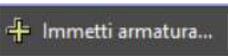


Figura 597. Dettaglio armature dell'asta verificata.

La "barra dei comandi" contiene i seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Immetti armatura:</b> consente di personalizzare le armature trasversali o longitudinali. Prima di procedere alla modifica delle armature longitudinali è necessario sbloccare il modello dall'ambiente principale del programma (se esso risulta bloccato) (Si veda "barra dei</p>

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	comandi rapidi”, cfr. § 2.2). Per modificare le sole armature a taglio, dopo aver avviato la verifica a taglio per le aste, è sufficiente utilizzare l'apposito comando “Sblocca Staffe”.
	<b>Salva:</b> salva le modifiche apportate alle armature)
	<b>Sblocca Staffe:</b> Sblocca le armature trasversali delle aste, consentendo la modifica. Vengono perse tutte le verifiche a taglio delle aste, che dovranno essere rieseguite.
	<b>Proprietà:</b> consente di visualizzare le proprietà della sezione selezionata.
	<b>Domini:</b> apre la finestra dei Domini PMM della sezione selezionata (Dominio Momento Sforzo Normale e Diagramma Momento-curvatura ). (Cfr. § 4.3.3.1.6).
	<b>Apri e disponi tutte le finestre:</b> consente di aprire e disporre a video tutte le finestre relative a Dettagli armature, Proprietà e Domini PMM dell'asta.
	<b>Verifiche a taglio:</b> consente di selezionare l'analisi statica o sismica, rispetto alla quale eseguire la verifica al taglio dell'asta selezionata.
	<b>Dettagli:</b> visualizza i dettagli della verifica per la sezione selezionata

Per modificare le armature, sbloccare le armature, cliccando sul comando “Personalizza armature”, selezionare un tratto di asta e immettere l'armatura trasversale (Staffe) o longitudinale (inferiore, superiore o di parete).

Per le staffe viene richiesto il diametro del tondino e il passo per il tratto selezionato, oltre il numero di bracci (orizzontali e verticali).

Nella sezione sulla destra della finestra, oltre il comando che consente di personalizzare o reimpostare le armature, vengono riportate le informazioni sulla selezione dell'asta corrente e sulla sezione e sull'armatura.

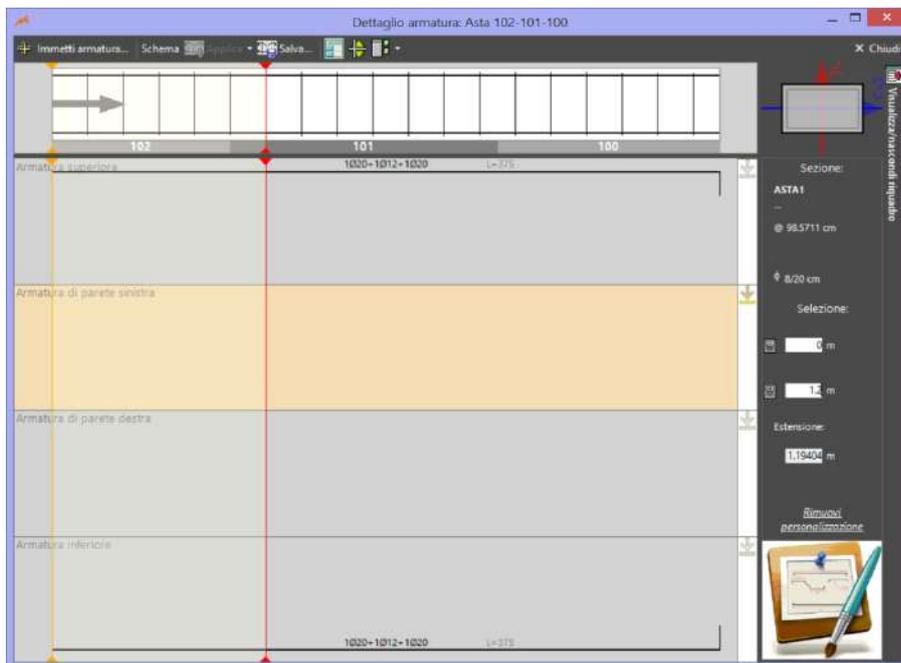


Figura 598. Dettagli armatura asta.



Figura 599. Immissione armature: Staffe.

### 11.3.2. LA FINESTRA "DETTAGLI DELLA VERIFICA A TAGLIO"

Questa finestra visualizza i dettagli della verifica a taglio selezionata dalla "tabella di riepilogo delle verifiche" (cfr. "schede di verifica", § 11.3.1.3).

Sono riportate le seguenti informazioni per ciascuna direzione del sistema di riferimento locale dell'asta:

- la staffatura presente ed il numero di bracci in ciascuna direzione;
- il valore di calcolo del taglio sollecitante  $V_{sd}$ ;
- il valore di calcolo dei tagli resistenti  $V_{rzd}$ ,  $V_{rxd}$  e  $V_{ryd}$ ;
- il coefficiente di sicurezza raggiunto pari al rapporto ( $V_{rd}/V_{sd}$ ).

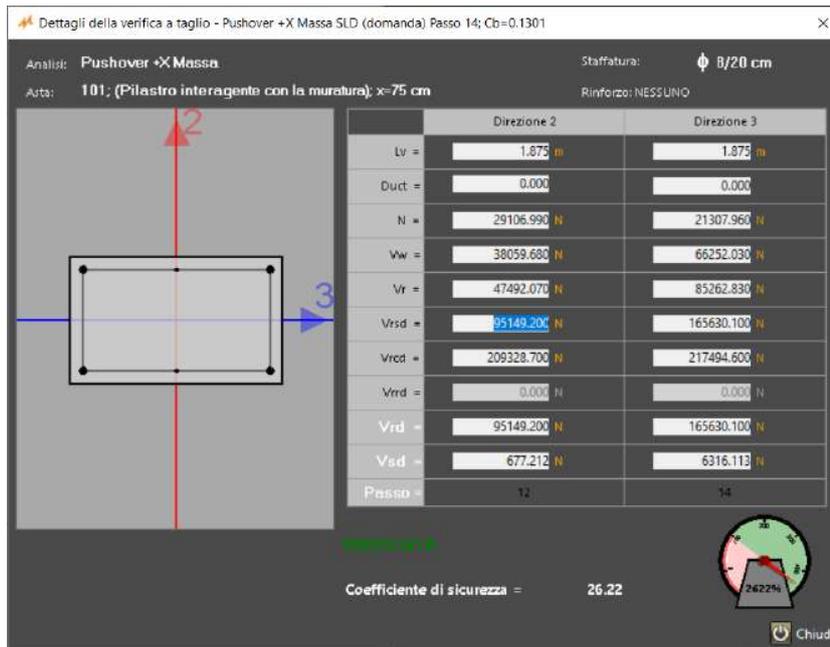


Figura 600. Finestra dettagli della verifica a taglio – Sezione verificata.

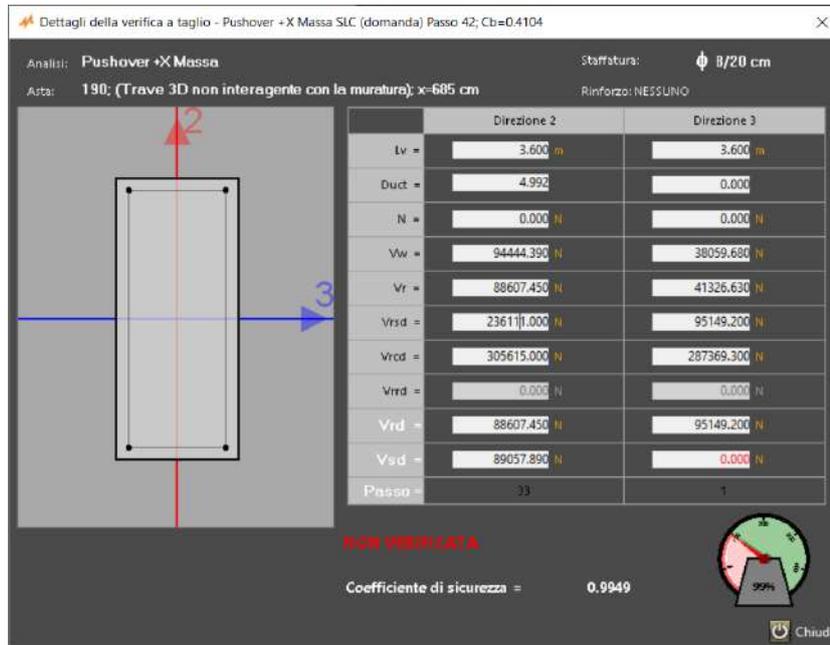


Figura 601. Finestra dettagli della verifica a taglio – Sezione non verificata.

## 11.4. VERIFICHE STATICHE NEL PIANO

La finestra “verifiche statiche nel piano” consente di eseguire e visualizzare gli esiti delle verifiche di sicurezza statiche a pressoflessione nel piano della parete e a taglio dei pannelli murari, in accordo con la normativa adottata, par. 7.8.2.2 delle NTC 2018 e C7.8.2.2.1 (pressoflessione) e C7.8.2.2.2 (taglio) della Circolare 7/2019. Dalla stessa finestra, per ciascun elemento (pannello o interfaccia) viene riportato il Dominio di resistenza e la posizione del punto che rappresenta lo stato di sollecitazione della sezione (o interfaccia) corrente.

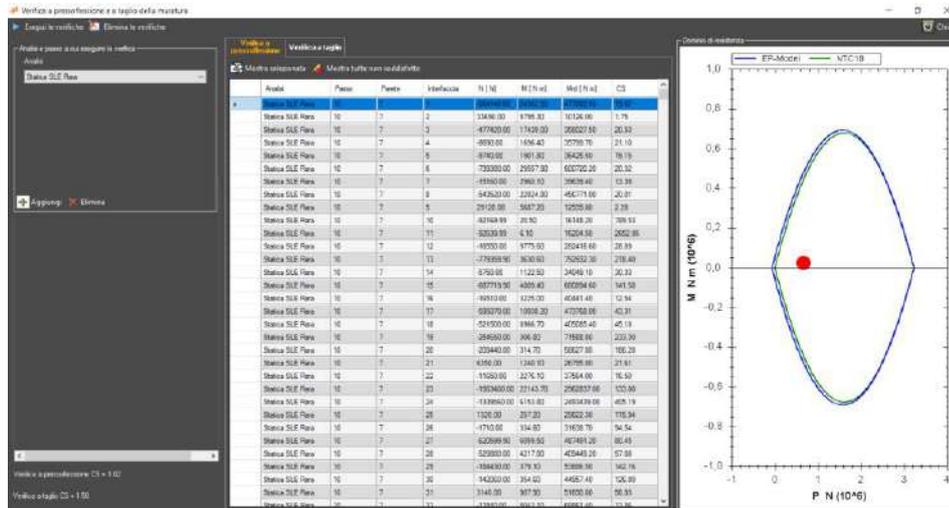


Figura 602. Finestra verifiche a pressoflessione e a taglio della muratura e rappresentazione del Dominio di resistenza.

La finestra è composta:

- superiormente da una **“barra dei comandi rapidi”**, che consentono di eseguire le verifiche e di eliminare quelle eseguite.
- a sinistra dal box di **selezione delle analisi e pass** in corrispondenza dei quali eseguire le verifiche.
- a destra dalle **schede di verifica**, verifiche a pressoflessione e verifiche a taglio, dove sono riportati i risultati.

## 11.4.1. LA BARRA DEI COMANDI RAPIDI

La **barra dei comandi rapidi** permette l’attivazione dei seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Esegui le verifiche:</b> esegue le verifiche statiche nel piano della parete a pressoflessione e taglio dei pannelli murari. Le verifiche a taglio saranno aggiunte a quelle già presenti nelle “schede di verifica”.
	<b>Elimina le verifiche:</b> Cancella i dati delle verifiche eseguite e riportate nelle schede di verifica.

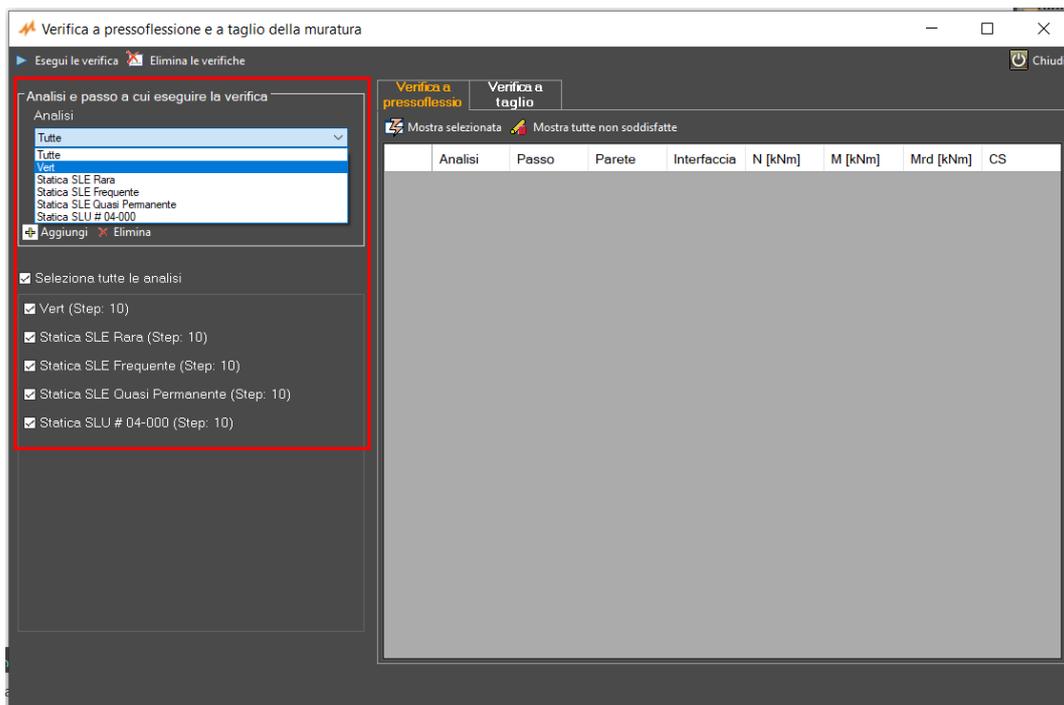


Figura 603. Seleziona analisi e passo a cui eseguire le verifiche.

Nel group box **Analisi e passo a cui eseguire la verifica**, occorre selezionare le **Analisi** dal menu a tendina e cliccare su **Aggiungi**. Per eliminare l'analisi basta selezionare dall'elenco sottostante e cliccare su **Elimina**.

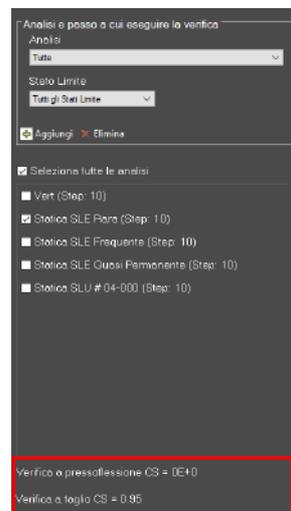


Figura 604. Coefficienti di sicurezza minimi a pressoflessione e taglio

Dopo aver eseguito le verifiche, i risultati vengono riportati nelle tabelle all'interno delle schede di verifica.

In basso a sinistra invece si leggono i coefficienti di sicurezza minimi sia per le verifiche a pressoflessione che a taglio.

All'interno della **scheda di verifica a pressoflessione**, nella tabella vengono riportati:

- **Analisi e passo:** in corrispondenza dei quali viene eseguita la verifica.
- **Parete e interfaccia:** id parete e interfaccia oggetto di verifica.
- **N** : forza assiale agente espressa in KN.
- **M**: momento agente di progetto espresso in KN m.
- **Mrd**: momento ultimo resistente calcolato secondo la [7.8.2 delle NTC2018 § 7.8.2.2.1].
- **CS**: coefficiente di sicurezza dato dal rapporto tra Mrd e M

Analisi	Passo	Parete	Interfaccia	N [kN]	M [kNm]	Mrd [kNm]	CS
Vert	10	1	48	-4.457E+5	27272.60	652436.30	23.92
Vert	10	1	49	-2.527E+5	10416.10	444835.30	42.71
Vert	10	1	50	-8.577E+5	38294.70	2483985...	68.44
Vert	10	2	51	-2.274E...	0.03	102476.70	3523508...
Vert	10	2	52	-3.05E+4	35828.40	19007.30	0.50
Vert	10	2	53	-6.204E+4	18.80	18358.20	1030.55
Vert	10	2	54	-2.274E...	0.01	102476.70	8947908...
Vert	10	2	55	-1.072E+4	30770.20	41980.16	1.36
Vert	10	2	56	-1.369E+5	92205.40	81411.60	0.86
Vert	10	2	57	-5.684E...	-4.14E-3	102476.70	2475418...
Vert	10	2	58	-4.144E+4	67123.10	7982.80	0.12
Vert	10	2	59	-1.441E+5	770.90	62315.80	80.83
Vert	10	2	60	0E+0	-4.529E-3	102476.70	2264842...
Vert	10	2	61	-1.372E+5	424.60	50583.10	118.14
Vert	10	2	62	-2.965E+5	896060.70	230829.50	0.39
Vert	10	2	63	-1.089E+5	193530.50	53065.20	0.17
Vert	10	2	64	-1.137E...	-8.688E-3	102476.70	1179465...
Vert	10	2	65	-1.128E+4	7355.60	2238.00	0.30
Vert	10	2	66	-9.163E+4	88323.30	40531.10	0.41
Vert	10	2	67	-1.88E+5	6645.90	197024.60	29.65
Vert	10	2	68	-1.118E+4	3389.00	25668.30	7.58
Vert	10	2	69	-6.356E+3	5112.60	7724.30	1.51
Vert	10	2	70	-4.794E+4	2789.10	32287.00	11.58

Figura 605. Schede di verifica e esiti verifiche statiche – Verifiche a pressoflessione

All'interno della **scheda di verifica a taglio**, nella tabella vengono riportati:

- **Analisi e passo:** in corrispondenza dei quali viene eseguita la verifica.
- **Parete e Pannello:** id parete e pannello oggetto di verifica.
- **Nx, Ny** : forza assiale agente espressa in KN.
- **V**: taglio sollecitante in KN.
- **Vu**: capacità a taglio dell'elemento strutturale valutato secondo la espressione [7.8.3 delle NTC2018]
- $\gamma$  la rotazione a taglio espressa in radianti.
- **CS**: coefficiente di sicurezza espresso come rapporto tra capacità a taglio e taglio sollecitante. Se la verifica non è soddisfatta la riga viene evidenziata in rosso.

Analisi	Passo	Parete	Pannello	Nx [kN]	Ny [kN]	V [kN]	Vu [kN]	$\gamma$ [rad]	CS
Statica SLE Riera	10	1	100	7105	2250	0E+0	3335	2.89	147.96
Statica SLE Riera	10	1	101	1474	6570	0E+0	1579	8.33	24.05
Statica SLE Riera	10	1	102	5913	6330	0E+0	2319	7.75	36.60
Statica SLE Riera	10	2	103	2151	2895	2.27	1305	4.61	4.90
Statica SLE Riera	10	2	104	3368	1260	1.42	1670	2.01	13.26
Statica SLE Riera	10	2	105	3353	1865	1.42	1714	2.77	9.19
Statica SLE Riera	10	2	106	7836	1747	0E+0	3749	1.32	21.46
Statica SLE Riera	10	2	107	2179	1178	1.13	1366	1.64	11.62
Statica SLE Riera	10	2	108	2848	810.00	-1.13	1569	1.45	195.51
Statica SLE Riera	10	2	116	1044	1936	1105	1038	2.94	5.37
Statica SLE Riera	10	2	117	4993	1903	0E+0	7590	5.76	3.99
Statica SLE Riera	10	2	118	4283	1585	-2.31	7200	3.80	4.54
Statica SLE Riera	10	2	119	-1.77	1896	1055	2834	1.32	1.49
Statica SLE Riera	10	2	120	1117	5078	-7.17	9141	1.52	1.80
Statica SLE Riera	10	2	121	8626	3332	-5.99	8415	9.98	2.53
Statica SLE Riera	10	2	123	4817	1812	1566	7920	5.43	4.37
Statica SLE Riera	10	2	124	-5.53	1640	1220	2770	1.14	1.69
Statica SLE Riera	10	2	125	5807	2340	1235	8150	1.01	34.81
Statica SLE Riera	10	2	131	800.00	6880	-3.85	6910	8.97	1.03
Statica SLE Riera	10	2	132	1181	1807	-1.44	8569	3.41	4.74
Statica SLE Riera	10	2	133	7569	2012	0E+0	7373	3.94	3.67
Statica SLE Riera	10	2	134	2690	1899	740.00	5850	3.51	3.08

Figura 606. Schede di verifica e esiti verifiche statiche – Verifiche a pressoflessione

Sia per le verifiche a pressoflessione che per quelle a taglio, se la verifica non è soddisfatta la riga viene evidenziata in rosso. Selezionando la riga in tabella è possibile visualizzare l'elemento corrispondente cliccando sul comando **Mostra selezionata**: il software rimanda all'ambiente principale, selezionando gli elementi che afferiscono alla interfaccia oggetto di verifica.

Il comando **Mostra tutte non soddisfatte** consente di visualizzare nel modello globale tutti gli elementi in cui la verifica non risulta soddisfatta.

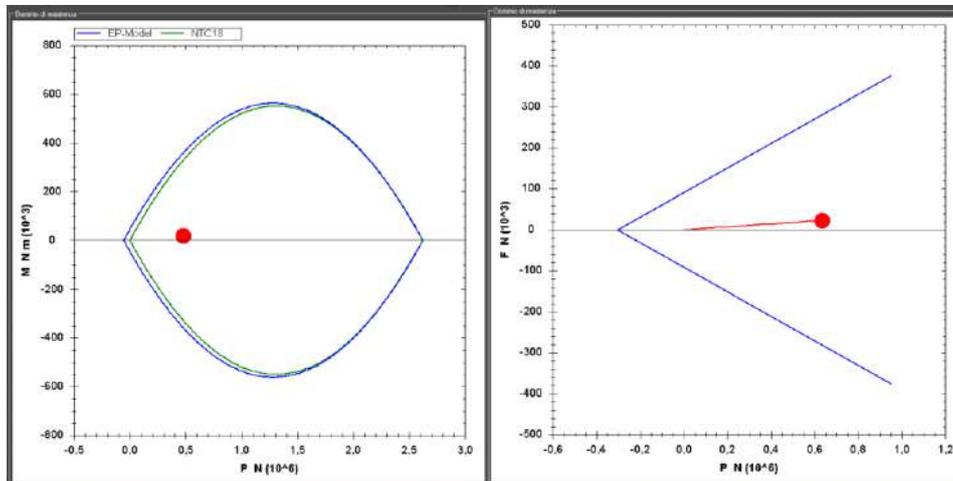


Figura 607. Domini di resistenza e verifiche a pressoflessione nel piano della parete e a taglio dei pannelli in muratura

Nel riquadro a destra viene riportato il Dominio di resistenza. Nel caso delle verifiche a pressoflessione nel piano, vengono riportati due domini,

- **EP-Model**: considera un modello elasto-plastico con duttilità infinita. Il dominio viene valutato considerando una resistenza a trazione non nulla. La verifica a pressoflessione viene effettuata con questo criterio.
- **NTC2018**: considera una resistenza a trazione nulla della muratura e il dominio viene valutato secondo l'espressione [7.8.2] delle NTC2018.

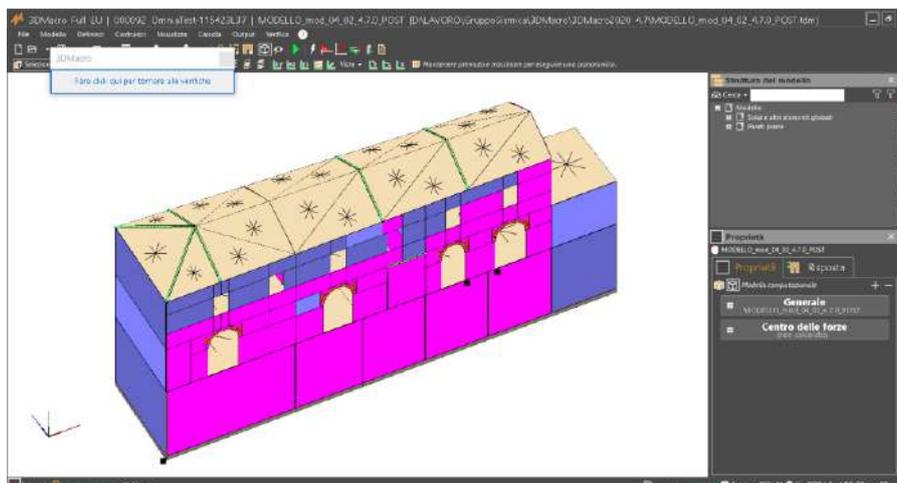


Figura 608. Mostra tutte non soddisfatte

## 11.5. VERIFICHE NODI TRAVE-COLONNA

E' possibile eseguire le **verifiche dei nodi trave-colonna** in ca. a sezione rettangolare, nelle condizioni pre- e post-intervento, visualizzando i dettagli della verifica e individuando interattivamente gli elementi in ambiente 3D, grazie a dei comandi di selezione rapida.

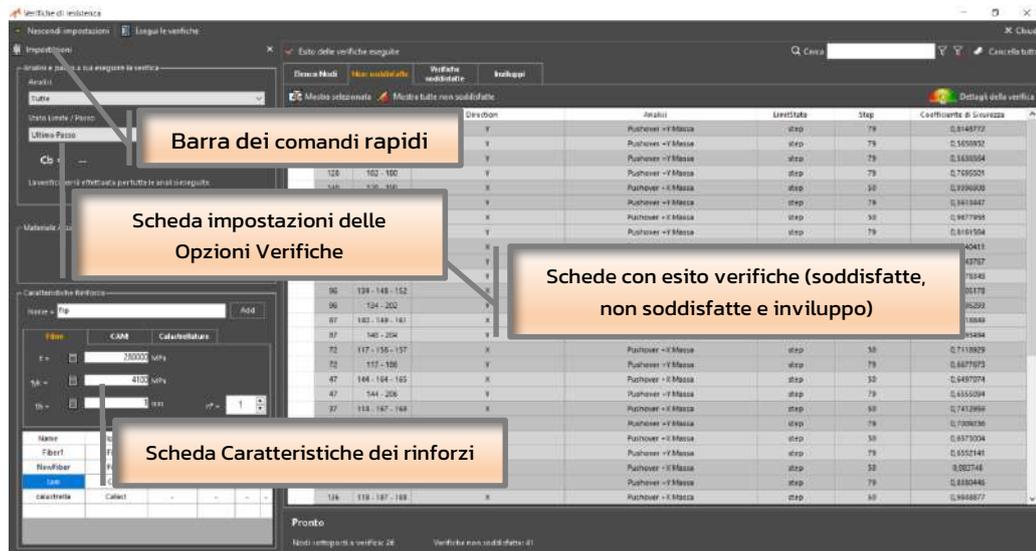


Figura 609. Mostra tutte non soddisfatte



### ATTENZIONE

Le funzioni di seguito riportate sono disponibili solo per coloro che hanno acquistato la licenza 3DM-SMCA, modulo strutture miste.

La finestra è così composta:

- superiormente da una **"barra dei comandi rapidi"** (cfr. § 11.5.1.1);
- a sinistra dalla **"scheda impostazioni"**, per impostare alcune opzioni di verifica (cfr. § 11.5.1.2) e la scheda delle caratteristiche dei rinforzi in FRP con il template della definizione dei rinforzi che è possibile applicare ai nodi.
- a destra dalle **"schede di verifica"**, dove sono riportati i risultati delle verifiche. Le schede di verifica sono: "verifiche non soddisfatte" e "verifiche soddisfatte", "verifiche di involuppo non soddisfatte"

#### 11.5.1.1. LA BARRA DEI COMANDI RAPIDI

La **barra dei comandi rapidi** permette l'attivazione dei seguenti comandi:

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<b>Visualizza/Nascondi impostazioni:</b> Visualizza/nasconde la scheda impostazioni delle opzioni delle verifiche a taglio, posta sulla sinistra.

COMANDO	DESCRIZIONE DEL COMANDO
	<p><b>Esegui le verifiche:</b> esegue le verifiche dei nodi trave colonna secondo le analisi e i criteri definiti nella "scheda impostazioni". Le verifiche a taglio saranno aggiunte a quelle già presenti nelle "schede di verifica".</p>

### 11.5.1.2. LA SCHEDA IMPOSTAZIONI

Mediante il pannello **Impostazioni** è possibile impostare le analisi e il passo a cui eseguire le verifiche a taglio e accedere alla finestra delle opzioni di verifica a taglio, personalizzando i criteri di verifica. In particolare nel groupbox "**Analisi e passo a cui eseguire la verifica**" sono disponibili i seguenti comandi:

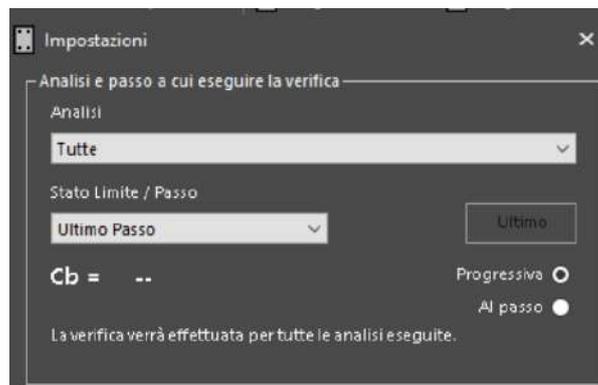


Figura 610. Impostazioni delle verifiche nodi trave/colonna.

- **Analisi:** consente di scegliere l'analisi rispetto a cui eseguire le verifiche a taglio delle aste in c.a. (cfr. menu a tendina "**Stato Limite/Passo**"). E' possibile scegliere "Tutte", oppure selezionarne una in particolare, tra quelle eseguite.
- **Stato limite / Passo:** consente di scegliere lo Stato limite o il Passo dell'analisi selezionata (cfr. menu a tendina "**Analisi**"), in corrispondenza del quale eseguire le verifiche a taglio. In particolare è possibile scegliere "Tutti gli Stati limite" o uno tra "SLV" e "SLD". Inoltre, selezionando la voce "Passo", è possibile personalizzare il passo dell'analisi selezionata, o scegliere l'ultimo passo dell'analisi (cfr. bottone "**Ultimo**").
- **Ultimo:** questo bottone è attivo quando è stata selezionata la voce Passo dal menu a tendina "**Stato Limite/Passo**" permettendo la selezione rapida dell'ultimo passo dell'analisi in genere corrispondente allo SLU raggiunto dalla struttura.
- **Cb:** Nel caso in cui sia stata selezionata un'analisi pushover (cfr. menu a tendina "**Analisi**"), riporta il coefficiente di taglio alla base raggiunto in corrispondenza del passo di analisi o dello stato limite selezionato (cfr. menu a tendina "**Stato Limite/Passo**").

### 11.5.1.3. LA SCHEDA CARATTERISTICHE ELEMENTO RESISTENTE

Dal pannello Caratteristiche dell'elemento resistente è possibile definire le caratteristiche dei rinforzi in FRP che è possibile applicare ai nodi. Definire le caratteristiche negli appositi campi e cliccare su aggiungi. Il rinforzo aggiunto viene riportato nella sottostante tabella. I dati richiesti sono i seguenti:

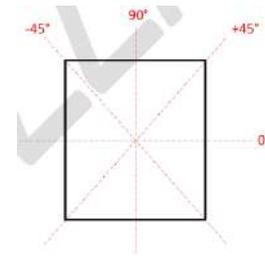
Figura 611. Definizione delle caratteristiche del rinforzo del nodo. Creazione del template.

- **E<sub>f</sub>**: modulo di deformazione normale della fibra.
- **f<sub>fk</sub>**: resistenza caratteristica ultima della fibra. Selezionare il radio botton se si vuole definire la resistenza caratteristica e la deformazione viene valutata di conseguenza in funzione del modulo di deformazione della fibra.
- **ε<sub>fk</sub>**: deformazione massima a rottura della fibra. Selezionare il radio botton se si vuole definire la deformazione massima e la resistenza ultima viene valutata di conseguenza in funzione del modulo di deformazione della fibra.
- **t<sub>f</sub>**: spessore della fibra
- **η<sub>a</sub>**: fattore di conversione ambientale, che tiene conto dell'esposizione ambientale del rinforzo ed è funzione della condizione di esposizione e del tipo di fibra e resina utilizzate:

Fattore di Conversione Ambientale		
Condizione di Esposizione	Tipo Fibra/Resina	η <sub>a</sub>
Interna	Vetro/Epossidica	0,75
	Aramidica/Epossidica	0,85
	Carbonio/Epossidica	0,95
Esterna	Vetro/Epossidica	0,65
	Aramidica/Epossidica	0,75
	Carbonio/Epossidica	0,85
Ambiente Aggressivo	Vetro/Epossidica	0,50
	Aramidica/Epossidica	0,70
	Carbonio/Epossidica	0,85

- **γ<sub>f</sub>**: coefficiente parziale di sicurezza del rinforzo. E' funzione del tipo di rottura del tipo di applicazione della fibra: di Tipo A, per sistemi di rinforzo di cui sono certificati sia i materiali, che il processo di applicazione o di Tipo B, per sistemi di rinforzo di cui sono certificati solo i materiali;
- **n<sub>s</sub>**: numero di lati del pannello di nodo rinforzati a taglio

- **n<sub>i</sub>**: numero di strati di rinforzo.
- **Tipo tessuto β**: tipologia di tessuto a fibre. E' possibile definire la direzione di disposizione del tessuto, unidirezionale in orizzontale (U0), unidirezionale in verticale (U90), oppure biassiale (B), disposto nelle due direzioni orizzontale e verticale, oppure quadriassiale, ovvero in direzione orizzontale, verticale e diagonale (Q).



Dopo aver definito le caratteristiche del rinforzo, salvare i dati cliccando su Aggiungi. A sinistra indicare il nome identificativo del rinforzo, inserendo il nome nel campo Name.

Nella griglia in basso vengono riportati per ciascun rinforzo definito (contraddistinto dal campo Nome) le caratteristiche del rinforzo. Mediante il tasto aggiungi nel campo Fiocco è possibile accedere alla finestra di definizione dei connettori. Questi ultimi sono definiti di default uguali per travi e pilastri. Dopo aver cliccato su Accetta e Chiudi, il connettore viene applicato ed è possibile soltanto modificare i dati. Seguirà la verifica dei connettori nei dettagli delle verifiche dei nodi.

I parametri richiesti sono i seguenti:

- $\Phi_{\text{fiocco}}$ : diametro del fiocco;
- $L_{\text{inghisaggio}}$ : lunghezza di inghisaggio del fiocco all'interno del supporto di calcestruzzo;
- $L_{\text{sfiocco}}$ : lunghezza di sfiocco dell'ancoraggio;
- $\alpha_{\text{sfiocco}}$ : angolo di apertura dello sfiocco;
- $V_{\text{resina}}$ : resistenza a taglio della resina;
- $F_{\text{fu}}$ : tensione ultima di rottura della fibra del fiocco;
- $V_{\text{fibre}}$ : frazione volumetrica della fibra del fiocco.

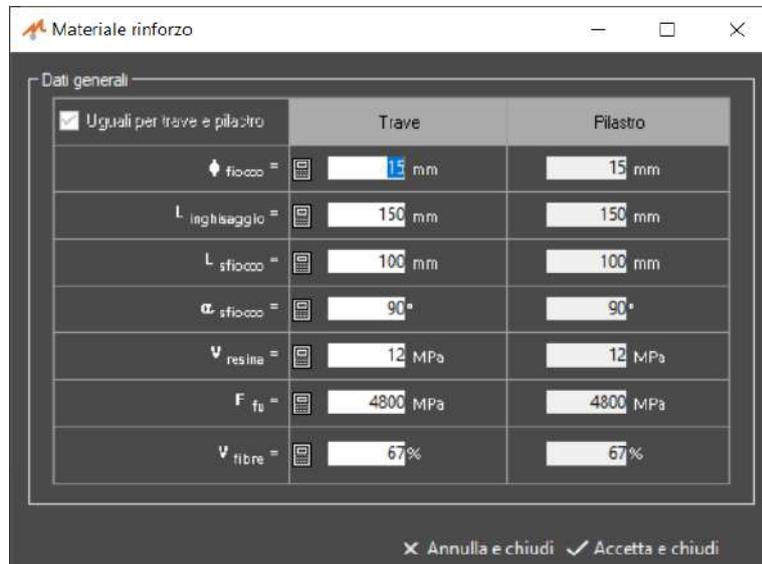
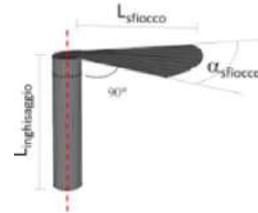


Figura 612. Caratteristiche del rinforzo trave colonna

11.5.2. APPROCCIO DI CALCOLO

La verifica di resistenza deve essere eseguita solo per i nodi non interamente confinati come definiti al par. 7.4.5.3 delle NTC2018. Al fine di verificare un nodo trave-colonna in ca. e sufficiente conoscere la tipologia di nodo, la geometria degli elementi convergenti, la disposizione delle armature, le proprietà meccaniche dei materiali e lo sforzo normale agente sul nodo stesso. La tipologia del nodo è definita con riferimento ai nodi d'angolo (o esterni) e nodi di parete (o interni).

**Nodo d'angolo:** si tratta di un nodo nel quale, oltre alla presenza dei pilastri, converge nel pannello di nodo una sola trave in direzione X (direzione di verifica). Nel caso di telaio bidirezionale, potrebbe anche esserci la presenza di una trave convergente nel nodo in direzione Y, il che impone di eseguire la verifica anche in questa direzione. Un tipico esempio di nodo d'angolo è illustrato nella figura sottostante.

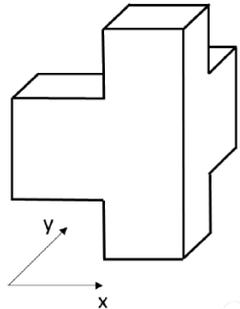


Figura 613. Nodo d'angolo.

**Nodo di parete:** si tratta di un nodo nel quale, oltre alla presenza dei pilastri, convergono nel pannello di nodo due travi lungo la direzione di verifica. Un tipico esempio di nodo di parete è illustrato nella figura sottostante.

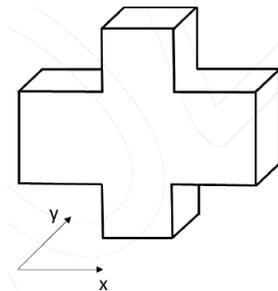


Figura 614. Nodo di parete

Nota la tipologia del nodo è necessario individuare le dimensioni geometriche di travi e pilastri convergenti nel nodo e le dimensioni geometriche delle campate adiacenti al nodo oggetto di verifica.

### 11.5.3. VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche di resistenza sono effettuate in accordo a quanto prescritto nella Circolare n.7 del 2019 al par.C8.7.2.35. che impone la verifica sia della resistenza a trazione diagonale che di quella a compressione diagonale, secondo le seguenti espressioni:

- per la resistenza a trazione:

$$\sigma_{jt} = \left| \frac{N}{2A_j} - \sqrt{\left(\frac{N}{2A_j}\right)^2 + \left(\frac{V_j}{A_j}\right)^2} \right| \leq 0.3 \sqrt{f_c} \quad (f_c \in MPa)$$

- per la resistenza a compressione:

$$\sigma_{jc} = \frac{N}{2A_j} + \sqrt{\left(\frac{N}{2A_j}\right)^2 + \left(\frac{V_j}{A_j}\right)^2} \leq 0.5 f_c \quad (f_c \in MPa)$$

La domanda viene calcolata in funzione del taglio di nodo,  $V_j$ , e dello sforzo normale  $N$  agente alla base del pilastro superiore. L'area della sezione del nodo è espressa come  $A_j = b_j h_{jc}$ , dove  $b_j$  e  $h_{jc}$  sono definiti al par. 7.4.4.3.1 delle NTC2018.

Per il caso in esame si è adottato un approccio di verifica di tipo globale che prevede l'individuazione delle sollecitazioni derivanti da tutte le analisi eseguite sul modello in tutti i nodi da verificare.

### 11.5.3.1. APPROCCIO GLOBALE

In questo paragrafo viene illustrato il calcolo della domanda di tensione principale di trazione valutando il taglio di nodo attraverso le sollecitazioni che si hanno dall'analisi globale della struttura. Il calcolo verrà illustrato con riferimento ad un nodo non-confinato di parete. La formula per il calcolo del taglio agente nel nodo è la seguente:

$$V_{jh,d} = \frac{M_{sd,sx}}{0,9 * (h_{b,sx} - c)} + \frac{M_{sd,dx}}{0,9 * (h_{b,dx} - c)} - V_{sd}$$

dove:

- $M_{sd}$  = momento flettente agente nella trave (sinistra o destra) convergente nel nodo;
- $h_b$  = altezza della sezione della trave (sinistra o destra) convergente nel nodo;
- $c$  = copriferro della trave;
- $V_{sd}$  = taglio agente alla base del pilastro superiore convergente nel nodo.

### 11.5.4. INDIVIDUAZIONE DEI NODI ED ESITO VERIFICHE ESEGUITE

Nella scheda **Elenco Nodi** vengono elencati i nodi trave colonna e individuati quelli da verificare. Viene definito il nodo confinato o non confinato, interno o esterno e definita la presenza di tamponatura. Infine viene assegnato (se presente) il rinforzo sul nodo.

Nodo(Q)	Coordinate	Id Frames	Direction	Confinato	Interno	Tamponatura	Rinforzo
181 (141)	(x=2880, y=720, z=375)	120 - 190	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
175 (143)	(x=1440, y=1440, z=375)	122 - 125 - 186	Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
175 (143)	(x=1440, y=1440, z=375)	122 - 125 - 197 - 198	X	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
192 (144)	(x=1440, y=1440, z=520)	122 - 184	Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
192 (144)	(x=1440, y=1440, z=520)	122 - 193 - 194	X	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
185 (146)	(x=0, y=1440, z=375)	123 - 179 - 180	Y	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
185 (146)	(x=0, y=1440, z=375)	123 - 185	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
177 (148)	(x=2880, y=1440, z=375)	124 - 182 - 183	Y	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
177 (148)	(x=2880, y=1440, z=375)	124 - 196	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
171 (150)	(x=720, y=1440, z=375)	126 - 135 - 195 - 198	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
171 (150)	(x=720, y=1440, z=375)	126 - 135 - 201 - 202	Y	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
191 (151)	(x=720, y=1440, z=520)	126 - 194	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
191 (151)	(x=720, y=1440, z=520)	126 - 199	Y	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
173 (152)	(x=720, y=720, z=375)	127 - 131 - 189 - 192	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
173 (152)	(x=720, y=720, z=375)	127 - 131 - 200 - 201	Y	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
190 (153)	(x=720, y=720, z=520)	127 - 187	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
190 (153)	(x=720, y=720, z=520)	127 - 199	Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
159 (156)	(x=2160, y=720, z=375)	136 - 145 - 190 - 191	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
159 (156)	(x=2160, y=720, z=375)	136 - 145 - 205 - 206	Y	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
189 (157)	(x=2160, y=720, z=520)	136 - 188	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
189 (157)	(x=2160, y=720, z=520)	136 - 203	Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
161 (158)	(x=2160, y=1440, z=375)	137 - 141 - 196 - 197	X	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
161 (158)	(x=2160, y=1440, z=375)	137 - 141 - 204 - 205	Y	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		NewFiber
188 (159)	(x=2160, y=1440, z=520)	137 - 193	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber
188 (159)	(x=2160, y=1440, z=520)	137 - 203	Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NewFiber

Figura 615. Tabella con Elenco dei nodi.

Il software individua automaticamente i nodi trave / colonna che interagiscono con una tamponatura e consente di tenere conto dell'effetto puntone dovuto alla presenza del muro, che crea sollecitazioni aggiuntive sul nodo. Cliccando sul tasto Applica è possibile tenere conto del rinforzo sul nodo, per contrastare gli effetti del tamponamento e viene effettuata la verifica/progettazione del rinforzo. Ciascun nodo spaziale individua due nodi nelle due direzioni x e y. Ciascun ID difatti viene ripetuto due volte in tabella.

Nella tabella, per ciascun nodo, sono riportati i seguenti dati:

- **Nodo (C)**: numero identificativo del nodo geometrico (e tra parentesi il corrispondente id del nodo computazionale);
- **Coordinate**: coordinate del nodo;
- **ID frames**: identificativi degli elementi frames che convergono sul nodo in quella determinata direzione;
- **Direction**: direzione del telaio a cui appartiene il nodo in questione (X oppure Y) coincide con la direzione lungo cui vengono individuati gli elementi che confluiscono su quel nodo;
- **x** se il campo è selezionato con un X allora il nodo si presenta chiuso da quattro travi sui quattro lati, pur non potendo definirsi "confinato" secondo la definizione di normativa. In tal caso il nodo potrebbe essere definito dall'utente come "confinato", inserendo un check sulla colonna corrispondente;
- **Confinato**: attivo se il nodo è confinato. Il nodo si definisce confinato se rispetta le indicazioni di cui al par. 7.4.4.3 delle nTC2018.
- **Interno**: detto anche nodo di parete è quello nel quale, oltre ai pilastri, convergono nel pannello di nodo due travi lungo la direzione di verifica.
- **Tamponatura**: se oltre a trave e pilastro è presente una tamponatura il programma ne segnala la presenza e consente di aggiungere le caratteristiche del rinforzo sul nodo per contrastare le lesioni dovute all'effetto del puntone di muratura sul nodo stesso. Se si questo campo è vuoto significa che non è presente alcun pannello interagente con il nodo; se invece è presente il campo Aggiungi, si può definire la caratteristica della tamponatura per la progettazione e verifica del rinforzo. Dopo avere aggiunto il rinforzo, il campo viene modificato in Modifica. Quest'ultimo consente di modificare i dati relativi al rinforzo che contrasta gli effetti della tamponatura sul nodo accedendo alla finestra.

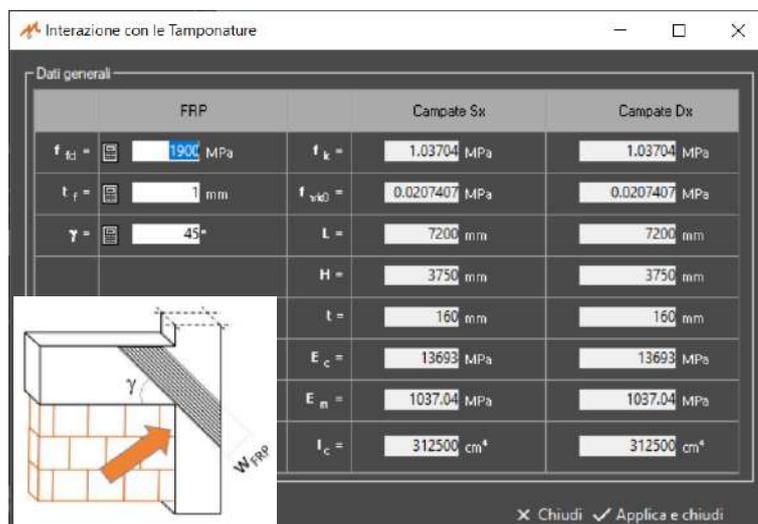


Figura 616. Caratteristiche del rinforzo che contrasta l'effetto del pannello di tamponamento.

Nella finestra Interazione con le tamponature l'utente può definire le caratteristiche del rinforzo in FRP,

- **$f_{fd}$** : tensione di progetto del rinforzo, calcolabile come  $f_{rk}/\gamma_f$  dove  $\gamma_f$  è il coefficiente di sicurezza;
- **$t_f$** : spessore del rinforzo;
- **gamma**: angolo di disposizione del rinforzo sul nodo, rispetto all'orizzontale.

Per la campata a destra e a sinistra del nodo vengono riportate le caratteristiche del pannello murario. Queste non sono editabili ma vengono calcolate automaticamente dal programma.

- **f<sub>k</sub>**: resistenza caratteristica a compressione della muratura;
- **f<sub>vk0</sub>**: resistenza caratteristica a taglio della muratura in assenza di tensioni normali;
- **L**: luce netta della campata;
- **H**: altezza interpiano netta;
- **t**: spessore della tamponatura;
- **E<sub>c</sub>**: modulo elastico del calcestruzzo;
- **E<sub>m</sub> = 1000 \* f<sub>k</sub>** pari al modulo elastico della muratura;
- **I<sub>c</sub>**: momento di inerzia della sezione trasversale del pilastro rispetto all'asse ortogonale al piano della tamponatura.

11.5.4.1. ESITO DELLE VERIFICHE ESEGUITE

Per le diverse tipologie di nodo e di intervento scelte sarà possibile individuare la verifica nelle condizioni non rinforzate, la verifica nelle condizioni rinforzate (con FRP), il progetto del numero di ancoraggi per i fiocchi e la verifica geometrica del rinforzo in caso di presenza di interazione con le tamponature.

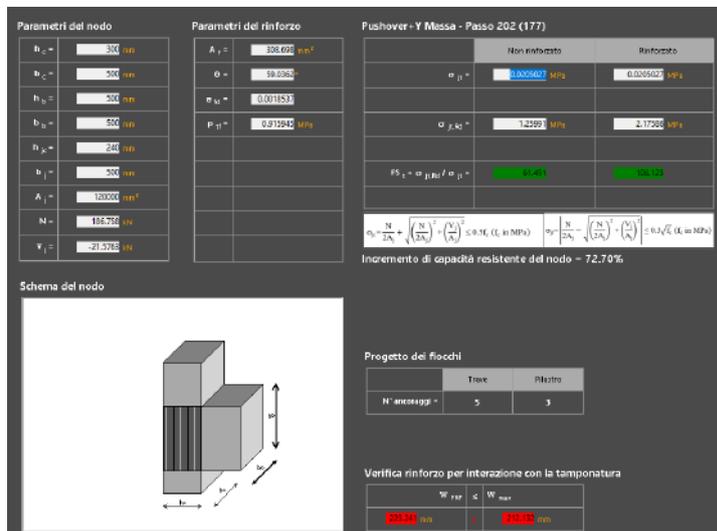


Figura 617. Esito delle verifiche del nodo trave colonna rinforzato del progetto dei fiocchi e della verifica del rinforzo per interazione con la tamponatura.

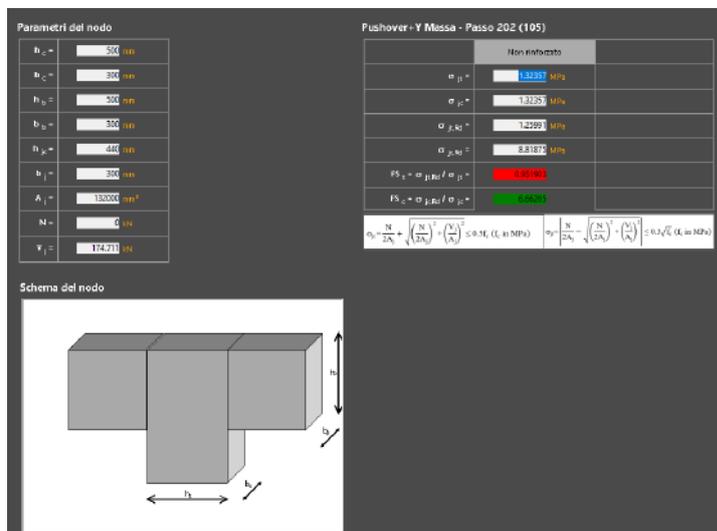


Figura 618. Esito delle verifiche del nodo trave colonna non rinforzato.

$\sigma_{jt}$	:	tensione di domanda a trazione nel nodo (espressione C8.7.2.11 NTC18);
$\sigma_{jc}$	:	tensione di domanda a compressione nel nodo (espressione C8.7.2.12 NTC18);
$\sigma_{jt,Rd}$	:	resistenza a trazione diagonale ( $0.3 \cdot v_{fc}$ );
$\sigma_{jc,Rd}$	:	resistenza a compressione diagonale ( $0.5 \cdot f_c$ );
$FS_t$	:	fattore di sicurezza a trazione ( $\sigma_{jt,Rd}/\sigma_{jt}$ );
$FS_c$	:	fattore di sicurezza a compressione ( $\sigma_{jc,Rd}/\sigma_{jc}$ );
<b>Incremento</b>	:	percentuale di incremento della resistenza a trazione del nodo in presenza di rinforzo FRP;
<b>Progetto Fiocchi</b>		
<b>N° ancoraggi Trave</b>	:	numero minimo di ancoraggi per ogni trave;
<b>N° ancoraggi Pilastro</b>	:	numero minimo di ancoraggi per ogni pilastro;
<b>Verifica Tamponatura</b>		
$W_{FRP}$	:	larghezza di progetto del rinforzo in FRP;
$W_{max}$	:	larghezza massima del sistema del rinforzo in FRP;
<b>Verifica</b>	:	verifica geometrica del rinforzo ( $W_{FRP} \leq W_{max}$ ).

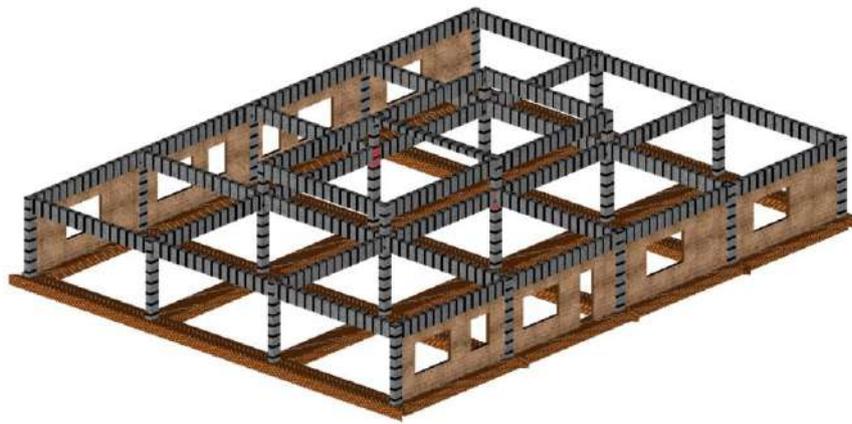


Figura 619. Mostra nodi con verifiche non soddisfatte (evidenziati in rosso).



Figura 620. Mostra nodi con verifiche soddisfatte (evidenziati in verde).

## 12. CERTIFICAZIONE SISMICA EDIFICIO – SISMA BONUS

Nel presente capitolo vengono spiegate le funzionalità che consentono di determinare automaticamente, in pochi passaggi, la classe di rischio sismico dell'edificio, di valutare l'efficacia di un intervento di progetto, mirato alla riduzione della classe di rischio, ottenendo la classe sismica pre e post intervento e di stampare la scheda di asseverazione come da Allegato B delle cogenti Linee Guida.

### 12.1. OPERAZIONI PROPEDEUTICHE

Prima di determinare la classe sismica della costruzione occorre aver eseguito almeno una analisi push-over, in modo da poter determinare tutti i dati necessari alla valutazione dei parametri di rischio (parametro PAM ed IS-V). Al fine di poter tenere conto anche dei meccanismi di collasso locali (meccanismi fuori piano) occorrerà anche effettuare le verifiche dei cinematismi fuori piano.

### 12.2. CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

COMANDO: MENU OUTPUT > SISMA BONUS...

Da questa finestra è possibile caratterizzare il modello corrente (Stato di Fatto o di Progetto), ed esportare o importare sotto forma di file dati, le informazioni necessarie per valutare il "Sisma Bonus", (ovvero valutare l'effetto di mitigazione del rischio sismico, conseguito a seguito di un intervento progettato) ed infine esportare la Asseverazione conforme all'Allegato B del Decreto Ministeriale 58 del 28/02/2017 e ss.mm.i. come integrato e modificato dal D.M. n. 67 del 07/03/2017 e successivo SISMA BONUS 2020 – D.M. 06-08-2020).

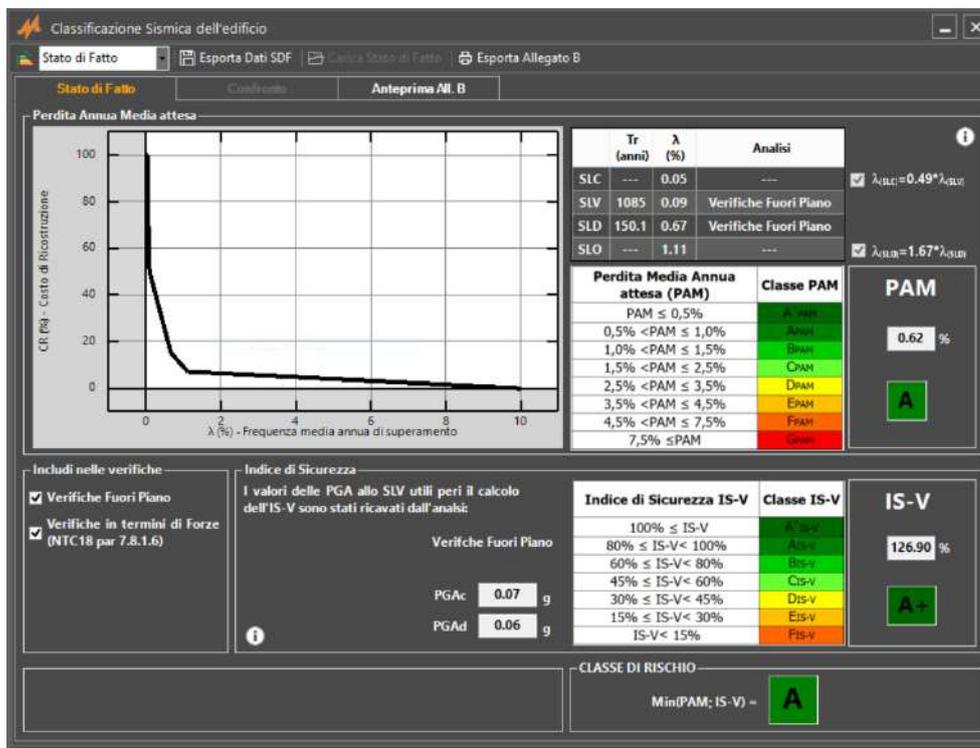


Figura 621. Finestra per la Classificazione sismica di una costruzione



Figura 622. Selezione il tipo di rinforzo

La finestra è costituita da una barra dei servizi in alto, che consente di caratterizzare il modello corrente. L'utente indica (scegliendo la voce corrispondente dal menu a tendina) se si tratta dello stato ante-intervento (Stato di fatto – SDF) oppure post-intervento (Stato di progetto – SDP).

La barra dei servizi dispone inoltre dei seguenti comandi:

- **Esporta Dati SDF / SDP:** Esporta all'interno di un file Dati (formato txt) le informazioni relative alla classificazione sismica del modello corrente, sia esso allo Stato di Fatto (SDF) o allo Stato di Progetto (SDP).

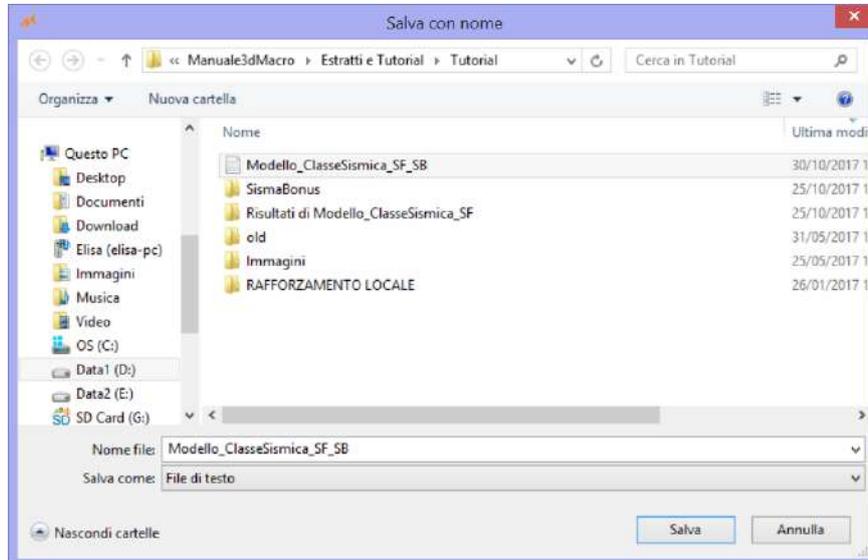


Figura 623. Esporta file dati classificazione sismica SDF/SDP

- **Carica Stato di Fatto:** se si vuole dare un giudizio *sull'effetto di mitigazione del rischio sismico, conseguito a seguito di un intervento progettato* (valutazione del "Sisma Bonus"), è necessario (a partire dal modello corrente "Stato di Progetto"), caricare lo Stato di Fatto. Questo comando consente di ereditare tutti i dati relativi alla classificazione sismica dello stato di fatto, precedentemente determinata, e di ottenere la scheda di asseverazione completa di tutti i dati pre/post intervento.
- **Esporta Allegato B:** esporta (in pdf o in word) la scheda di asseverazione della classificazione sismica della costruzione, di cui all'Allegato B del D.M.28/02/2017 n. 58, come modificato ed integrato dal successivo D.M. 07/03/2017 n. 65 e successivo SISMA BONUS 2020 – D.M. 06-08-2020

La finestra si compone di tre schede:

- **Stato di Fatto / Progetto:** consente di determinare la Classe di rischio sismica del modello corrente (Stato di Fatto o di Progetto).
- **Confronto:** consente di effettuare il confronto tra il modello corrente (coincidente con lo Stato di Progetto) e quello pre-intervento (Stato di Fatto). Questa scheda non è accessibile se si sta determinando la classe di rischio sismico dello stato di fatto.
- **Anteprima ALL B:** fornisce in anteprima la scheda di asseverazione secondo Allegato B del D.M.28/02/2017 n. 58, come modificato ed integrato dal successivo D.M. 07/03/2017 n. 65.

12.2.1. CLASSE DI RISCHIO SISMICO PER IL MODELLO CORRENTE

SCHEDA: STATO DI FATTO / STATO DI PROGETTO

La scheda (Stato di Fatto o Stato di Progetto - in base alla selezione sulla barra dei servizi posta in alto) è suddivisa in due parti.

- **Determinazione della Classe PAM:**

Nella parte superiore "Perdita Annuale Media attesa" viene calcolata la Classe di Rischio PAM.

A sinistra viene riportato il grafico ottenuto dalle coppie di punti ( $\lambda$ , CR), per ciascuno degli Stati Limite previsti dalle Norme e Linee Guida (SLDI, SLO, SLD, SLV, SLC, SLR) (cfr. § 3.1, tabella 2).

Ricordiamo che l'area sottesa alla spezzata, calcolata con l'espressione richiamata al paragrafo precedente (cfr. § 3.1) così individuata esprime proprio il parametro PAM, ovvero la perdita media annua attesa.

Nella parte a destra vengono riportati, nella tabella in alto, le coppie di valori ( $T_r$ ,  $\lambda$ ) con  $T_r$  pari al tempo di ritorno di capacità, per ciascuno stato limite considerato e  $\lambda = 1/T_r$ .

**PAM**

0.62 %

**A**

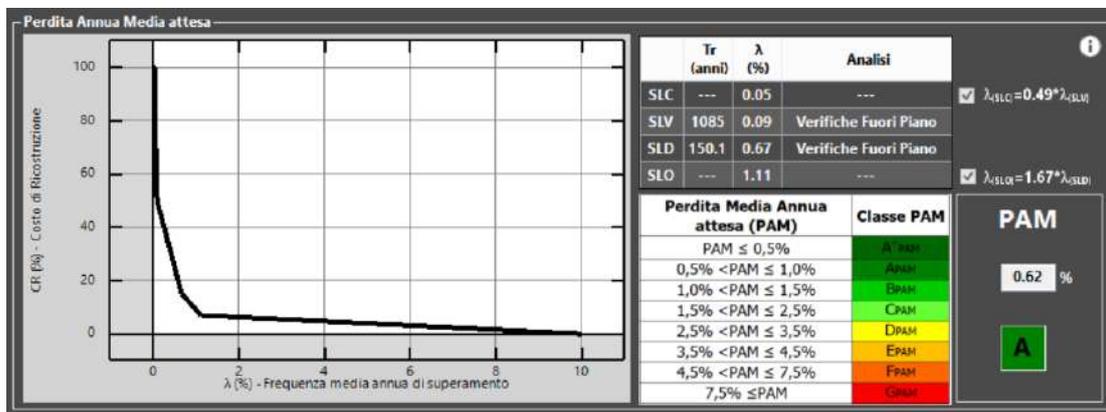


Figura 624. Perdita Annuale Media attesa (PAM) e Calcolo della Classe di rischio PAM

Il programma calcola, per ogni stato limite, il minimo  $T_r$  di capacità, tra tutti quelli determinati per ciascun meccanismo individuato (globali o locali). Nella colonna "Analisi" viene indicata l'analisi (o il meccanismo) corrispondente al  $T_r$  individuato.

Possono esservi dei casi (per particolari tipologie strutturali) in cui nessun meccanismo di attiva per gli stati limite estremi SLC ed SLO. In questi casi i corrispondenti  $\lambda$  vengono calcolati con le espressioni approssimate riportate a fianco alla tabella.

Per i casi in cui invece i criteri di capacità includono anche gli stati limite SLC ed SLO, l'utente potrà scegliere se calcolarli automaticamente o utilizzare comunque le espressioni approssimate (selezionando il check sulle espressioni corrispondenti):

$$\lambda_{(SLO)} = 1.67 \lambda_{(SLD)}$$

$$\lambda_{(SLC)} = 0.49 \lambda_{(SLV)}$$

Viene riportata la Tabella 1 delle Linee Guida (D.M. 28/02/2017 n. 58 e ss.m.i.) per la determinazione della Classe di Rischio PAM, e riportata la Classe di Rischio PAM, in funzione dell'entità della perdita media annua attesa sopra determinata.

Una scala colorimetrica aiuta a individuare la "bontà" della classe di rischio che caratterizza l'edificio. Le tonalità del verde individuano una classe di rischio PAM alta, che significa perdite medie annue attese, a seguito di un evento sismico, di ridotta entità (ovvero ridotto rischio sismico per la costruzione).

Viceversa, le tonalità dal giallo al rosso individuano una classe di rischio PAM bassa, ovvero un rischio sismico elevato (a causa di elevate perdite medie annue attese).

Si noti che la Classe PAM GPAM (la più scarsa) è associata a valori di perdita media annua attesa superiori al 7,5 %, mentre la Classe PAM A+PAM è associata a valori di perdita media annua attesa molto bassi, inferiori a 0,5%.

Perdita Media Annua attesa (PAM)	Classe PAM
$PAM \leq 0,5\%$	A+PAM
$0,5\% < PAM \leq 1,0\%$	APAM
$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	BPAM
$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	CPAM
$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	DPAM
$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	EPAM
$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	FPAM
$7,5\% \leq PAM$	GPAM

Figura 625. Tabella 1 Linee Guida di cui al D.M. 28/02/2017 n. 58 e ss.m.i. – Attribuzione Classe di rischio PAM

#### - Determinazione della Classe IS-V:

Nella parte inferiore "Indice di Sicurezza" viene calcolato l'indice di sicurezza IS-V e determinata la corrispondente Classe di Rischio IS-V.

**Indice di Sicurezza**  
I valori delle PGA allo SLV utili per il calcolo dell'IS-V sono stati ricavati dall'analisi:

Verifiche Fuori Piano

PGAc  g

PGAd  g

Indice di Sicurezza IS-V	Classe IS-V
$100\% \leq IS-V$	A <sub>IS-V</sub>
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A <sub>IS-V</sub>
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B <sub>IS-V</sub>
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C <sub>IS-V</sub>
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D <sub>IS-V</sub>
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E <sub>IS-V</sub>
$IS-V < 15\%$	F <sub>IS-V</sub>

**IS-V**

%

A+

Figura 626. Indice di Rischio (IS-V) e Calcolo della Classe di rischio IS-V

Viene indicato quale è l'analisi da cui sono stati ricavati i valori della PGA allo SLV, utili per il calcolo dell'indice IS-V. 3DMacro assume come Indice di sicurezza IS-V, dato dal rapporto tra la PGAc di capacità per lo SLV e la PGAd di domanda per il medesimo SLV, il minimo disponibile tra tutti quelli ottenuti per tutte le analisi eseguite e per tutti i meccanismi considerati, per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Ricordiamo che in 3DMacro, l'indice di sicurezza IS-V coincide con l'Indicatore di Rischio per il medesimo SLV, così come ivi definito (si faccia riferimento al Manuale Utente al paragrafo Indicatori di Rischio). Le PGA di capacità (PGAc) e di domanda (PGAd) vengono riportate sulla sinistra del groupbox. Viene inoltre rappresentata la Tabella 2 di cui alle Linee Guida (D.M. 28/02/2017 n. 58 e ss.m.i.) per l'attribuzione della corrispondente Classe di Rischio IS-V, in funzione dell'entità dell'indice di Sicurezza.

Indice di Sicurezza IS-V	Classe IS-V
$100\% \leq IS-V$	A <sub>IS-V</sub>
$80\% \leq IS-V < 100\%$	A <sub>IS-V</sub>
$60\% \leq IS-V < 80\%$	B <sub>IS-V</sub>
$45\% \leq IS-V < 60\%$	C <sub>IS-V</sub>
$30\% \leq IS-V < 45\%$	D <sub>IS-V</sub>
$15\% \leq IS-V < 30\%$	E <sub>IS-V</sub>
$IS-V < 15\%$	F <sub>IS-V</sub>

Figura 627. Tabella 2 Linee Guida di cui al D.M. 28/02/2017 n. 58 e ss.m.i. – Attribuzione Classe di rischio IS-V

Anche in questo caso, una scala colorimetrica aiuta a individuare la "bontà" della classe di rischio individuata. Le tonalità del verde individuano una classe di rischio IS-V alta, che significa indice di sicurezza per la salvaguardia della vita umana elevato (ovvero ridotto rischio sismico per la costruzione).

Viceversa, le tonalità dal giallo al rosso individuano una classe di rischio IS-V bassa, ovvero indice di sicurezza per la salvaguardia della vita umana basso (rischio sismico per la costruzione elevato).

Per la classe IS-V più bassa FIS-V si hanno valori dell'indice di sicurezza molto bassi ( $IS-V < 15\%$ ); viceversa, per Classi di rischio A+IS-V si hanno valori molto alti dell'indice di sicurezza per la salvaguardia della vita IS-V maggiori o pari al 100%.

A fianco alla tabella vengono riportati il valore dell'indice di rischio calcolato per il modello corrente e la corrispondente Classe di rischio IS-V.

#### - **Opzioni e criteri di determinazione degli indici di rischio**

Sia per la Classe PAM che per quella IS-V è possibile includere (o escludere) le verifiche fuori piano e le verifiche in termini di forze (di cui alle NTC. 2018 par. 7.8.1.6).

Se le verifiche dei cinematismi fuori piano non sono state eseguite, la voce corrispondente nel groupbox "Includi nelle verifiche" non sarà attivabile.

Atteso che le verifiche in termini di forze sono obbligatorie solo per gli edifici in muratura, e che per gli edifici con struttura in c.a. le stesse non vengono eseguite, in quest'ultimo caso, la voce nel groupbox "includi nelle verifiche" non sarà attivabile.



Figura 628. Opzioni Includi nelle Verifiche le verifiche fuori piano e le verifiche in termini di forze

#### - **Determinazione della Classe di Rischio Sismico della Costruzione**

La Classe di Rischio sismica della costruzione per il modello corrente viene determinata come la più bassa tra la Classe di rischio PAM e la Classe di rischio IS-V precedentemente individuate. Essa viene riportata nell'apposito riquadro.



Figura 629. Determinazione della Classe di rischio sismico della costruzione

### 12.2.2. CONFRONTO E CALCOLO DEL SISMA BONUS

#### SCHEDA: CONFRONTO

E' possibile effettuare il confronto della Classe di Rischio di una costruzione pre e post intervento di miglioramento/adeguamento sismico, comunque mirato alla riduzione del rischio sismico e valutare il cosiddetto SISMA BONUS, avvalendosi delle funzionalità che consentono di effettuare il Confronto tra Classe Sismica per Stato di Fatto e di Progetto.

Dopo aver determinato la Classe Sismica della costruzione (modello corrente allo Stato di Fatto) è possibile esportare i dati.

Per poter accedere a questa scheda è necessario impostare il modello corrente a "Stato di Progetto".

All'interno del groupbox in alto viene riportata la Classe di Rischio del modello corrente (stato di progetto) post-intervento.

Nel groupbox in basso "Stato di Fatto" invece vanno importati i dati relativi allo stato di fatto (pre-intervento). Viene indicato il percorso del file del modello Stato Progetto (Modello Corrente) avente estensione .tdm.

Cliccando sul comando presente sulla barra dei servizi "Carica Stato di Fatto", verranno importati i dati relativi alla Classe di Rischio pre-intervento. Viene indicato il percorso del file del modello SDF avente estensione .tdm.



Figura 630. Confronto Classe di Rischio Stato di Progetto – Stato di Fatto

### 12.2.3. VISUALIZZAZIONE E STAMPA DELLA SCHEDA DI CUI ALL'ALLEGATO B

#### SCHEDA: ANTEPRIMA ALL.B / ESPORTA ALLEGATO B

Dopo aver determinato la Classe di rischio per il modello corrente, si può procedere direttamente alla stampa / esportazione della Scheda di asseverazione di cui all'Allegato B delle Linee Guida "Esporta allegato B" (di cui al D.M. 58 del 28/02/2017 e s.m.i. e SISMA BONUS 2020 – D.M. 06-08-2020). La Scheda di asseverazione può essere visualizzata in anteprima all'interno della scheda corrispondente "Anteprima ALL.B".

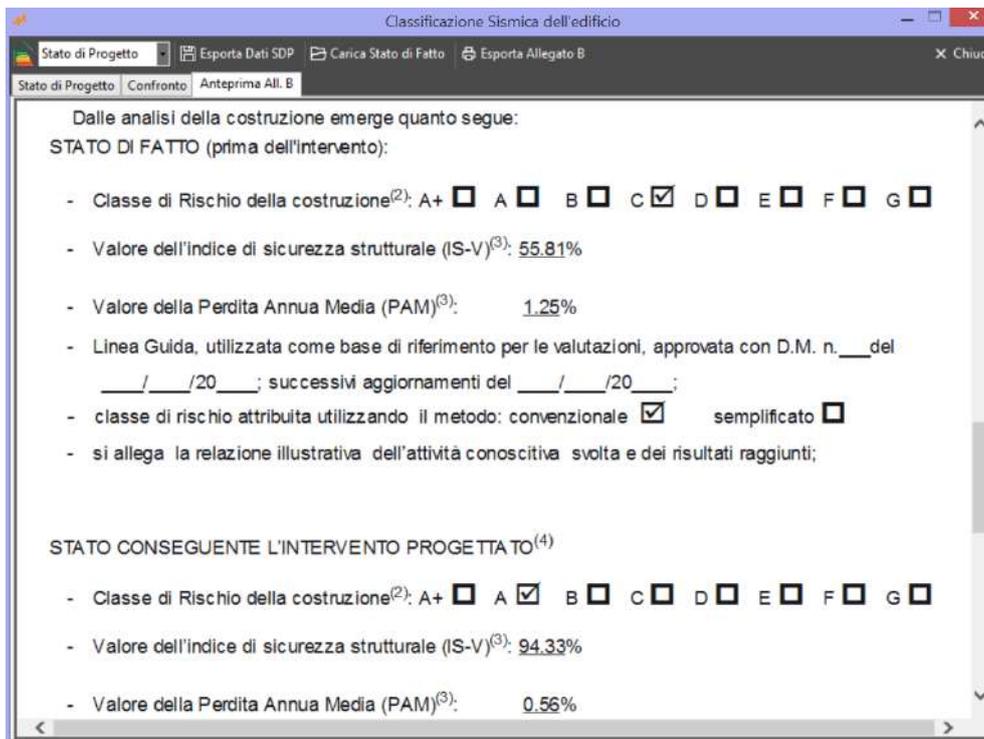


Figura 631. Stampa Scheda Tecnica di asseveramento (Allegato B)

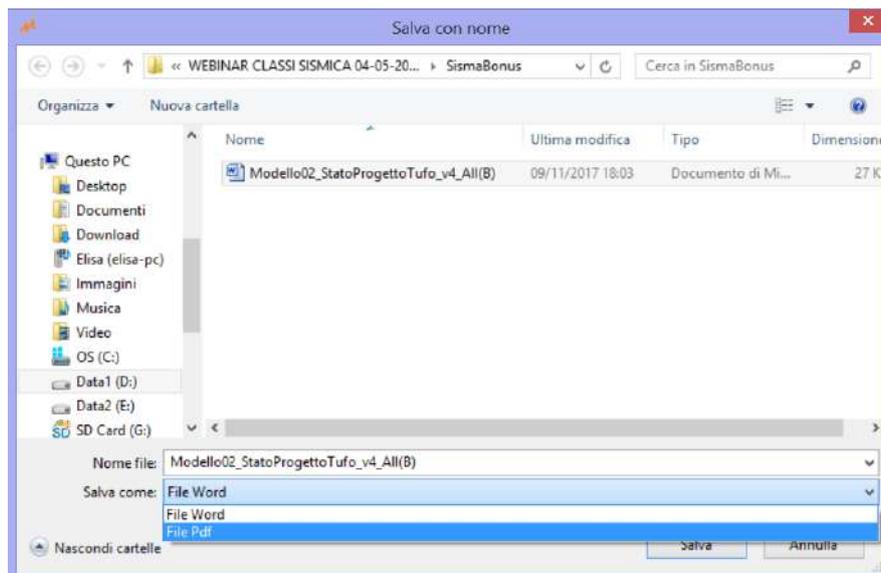


Figura 632. Esporta Allegato B

### 13. REPORT: TABULATI E RELAZIONE DI CALCOLO

La finestra "Reports" permette la selezione ed esportazione su file (in formato editabile compatibile con Microsoft Word®), nonché la stampa dei documenti di output generati dal software 3DMacro®. E' possibile ottenere in output vari gruppi di elaborati ed esattamente:

- Relazione Generale (o di calcolo)
- Tabulati di input
- Tabulati di output
- Relazione Geotecnica

La finestra è così composta:

- Menu principale in alto
- Group box di selezione delle Analisi e Stati limite da inserire nelle relazioni e nei tabulati in alto a sinistra
- Group box di visualizzazione dell'elenco delle analisi e stati limite aggiunti in basso a sinistra
- Schede dei tabulati e delle Relazioni a destra

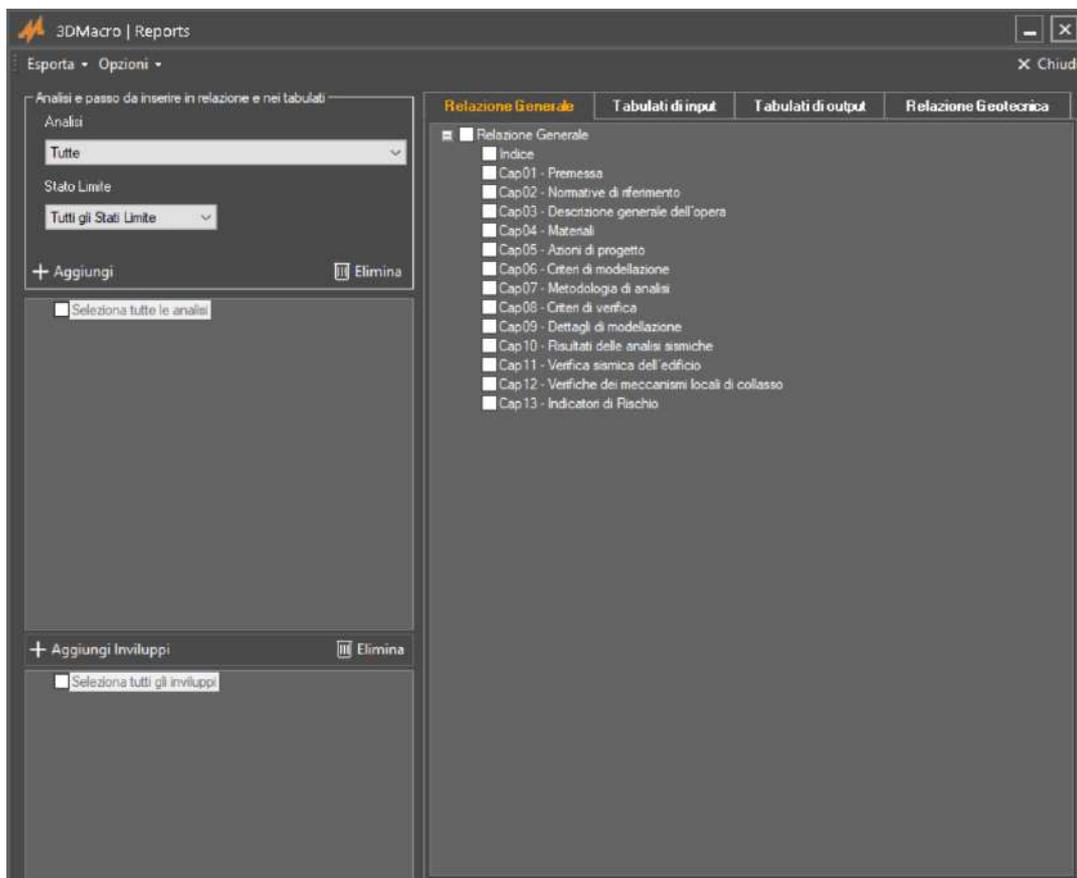


Figura 633. Finestra principale per gestire tabulati e relazione. Vista della Anteprima della Relazione di Calcolo.

Vengono a presso descritti i contenuti dei gruppi di elaborati ottenuti in output:

- **Relazione generale:** La relazione generale (o di calcolo) rappresenta il documento di sintesi in cui viene descritta la struttura oggetto di studio, i particolari di modellazione, le analisi eseguite ed i risultati ottenuti in termini di curve di capacità di stima di

vulnerabilità sismica e di indici di vulnerabilità sismica, nonché le relative deformate con gli indicatori di danno.

- **Relazione Geotecnica:** contiene i risultati delle verifiche geotecniche della struttura (disponibile se è attivo il modulo 3DM-GEO). In particolare sono inclusi tanto la relazione geotecnica quanto i tabulati di input ed output. Per maggiori dettagli su questa relazione si rimanda al corrispondente paragrafo del Manuale Utente Modulo Geotecnico di 3DMacro.
- **Tabulati di Input:** contengono tutti i dati caratteristici del modello quali la geometria, i materiali, i carichi, le analisi da eseguire, ecc.
- **Tabulati di Output:** contengono tutti i dati e le tabelle di output (spostamenti, sollecitazioni, scarichi ai vincoli, ecc...), relativi a ciascun passo e analisi selezionati. A differenza dei dati di input e della relazione, i gruppi di tabulati di output possono essere molteplici. Il programma (se si seleziona dal grup box di selezione di analisi e passo, la voce Tutte le analisi e Tutti gli Stati limite) ne genera in automatico uno per ciascuno stato limite e per ciascuna analisi; tuttavia l'utente può personalizzarli.

In ciascuna scheda viene riportato l'elenco (o indice) dei reports generati. Ciascun documento (Relazione generale di Calcolo, Tabulati di Input, Tabulati di Output, Relazione Geotecnica) è suddiviso in più capitoli. Ogni capitolo comprende più paragrafi. Capitoli, paragrafi o sottoparagrafi possono essere inclusi o rimossi dalla stampa del documento, spuntando la corrispondente voce.

Cliccando sulla voce del documento sull'indice, si può comprimere o espandere l'elenco dei capitoli presenti nel documento stesso.

## 13.1. BARRA PRINCIPALE DEI MENU

La barra principale dei menù è composta da due menu a tendina:

- Menu Esporta
- Menu Opzioni

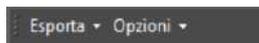


Figura 634 Barra dei Menù

### 13.1.1. MENU ESPORTA

Dal menu esporta è possibile eseguire i seguenti comandi:

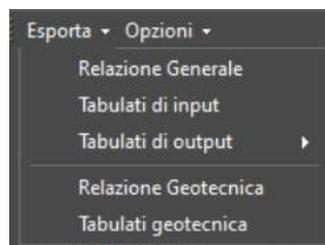


Figura 635 Comandi del Menu Esporta

- **Relazione Generale:** esporta il file docx della relazione generale (o di calcolo);
- **Tabulati di input:** esporta il file docx dei tabulati di input selezionati;
- **Tabulati di output:** esporta il file docx dei tabulati di output selezionati. E' possibile effettuare una di queste operazioni:
  - **Crea un file unico:** crea un unico docx tutti i tabulati di output generati e selezionati nell'elenco sottostante;

- **Crea un file diverso per ogni analisi e passo:** crea un file docx per ogni analisi e passo di analisi generata e selezionata nell'elenco sottostante;
- **Crea Tabulati verifiche fuori piano:** crea un file docx contenente i tabulati delle verifiche dei cinematismi fuori piano;
- **Inviluppi:** crea un file docx con i tabulati di output degli Inviluppi generati e selezionati nell'elenco sottostante.
- **Relazione Geotecnica:** esporta il file docx della relazione geotecnica;
- **Tabulati geotecnica:** esporta in un file docx i tabulati contenenti le verifiche geotecniche.

### 13.1.2. MENU OPZIONI

Dal menu Opzioni è possibile eseguire i seguenti comandi:

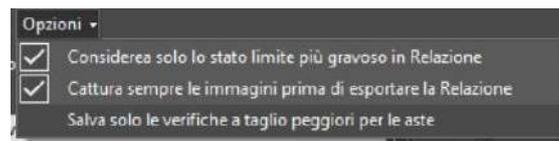


Figura 636. Menu Opzioni generazione dei report.

- **Considera solo lo stato limite più gravoso in Relazione:** opzione sempre attiva. Questa opzione consente di stampare le deformate relative solo allo stato limite più gravoso (tra tutti quelli considerati), snellendo i contenuti della relazione di calcolo generale;
- **Cattura sempre le immagini prima di esportare la Relazione:** opzione sempre attiva. Questa opzione consente di esportare le immagini ogni volta che si genera la relazione di calcolo generale. Può essere disattivata, se non si vogliono inserire le immagini in relazione o se si è appena prima generata la relazione e si vogliono ridurre i tempi di generazione;
- **Salva solo le verifiche a taglio peggiori per le aste:** opzione che consente di stampare solo le verifiche a taglio delle aste più sollecitate.

## 13.2. GENERAZIONE DELLA RELAZIONE DI CALCOLO GENERALE

Per generare ed esportare la “**relazione di calcolo generale**” eseguire i seguenti passi.

- **Scheda Relazione Generale:** selezionare i Capitoli della relazione che si vogliono esportare.
- **Groupbox Analisi e passo da inserire in relazione e nei tabulati:** selezionare le analisi e i passi delle analisi in corrispondenza dei quali riportare i risultati nella relazione generale. I passi possono essere quelli corrispondenti gli stati limite oppure passi personalizzati (da selezionare nella cella Passo). Cliccare sul bottone Aggiungi per aggiungere analisi e passi nel sottostante elenco.
- **Eliminare Analisi o Stati limite** di cui riportare i risultati in relazione di calcolo selezionando le voci o singole sotto-voci e cliccando sul bottone Elimina.

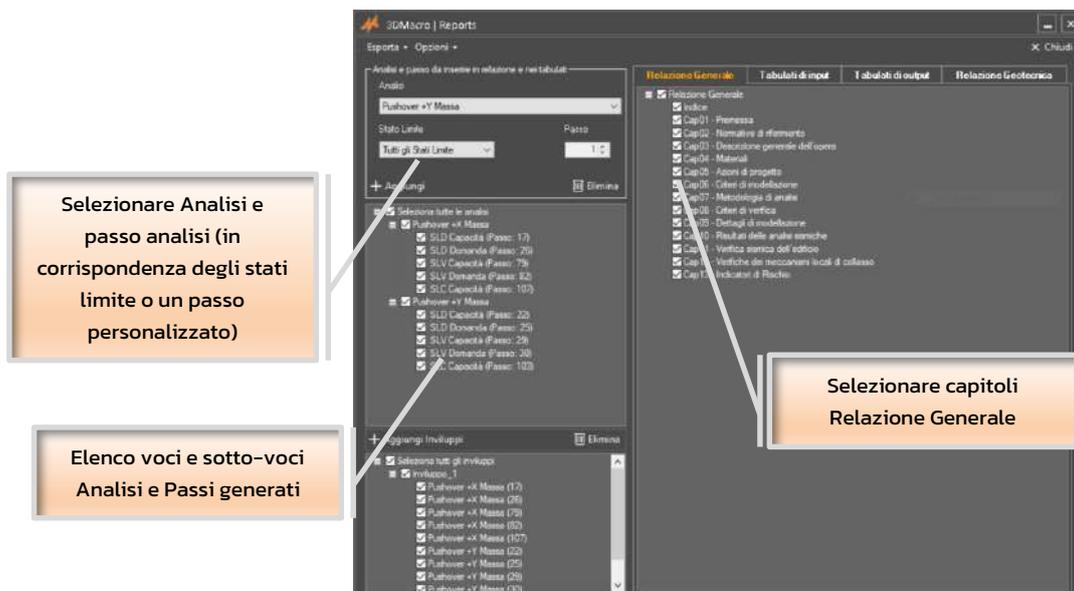


Figura 637 Generazione della Relazione Generale di Calcolo.

Dopo aver selezionato i capitoli della relazione generale di calcolo e generato Analisi e Stati Limite, esportare la relazione mediante il comando disponibile dal menu **Esporta > Relazione Generale**. La relazione viene salvata in formato docx. Selezionare la cartella dove si vuole salvare il documento e cliccare sul bottone **Salva**.

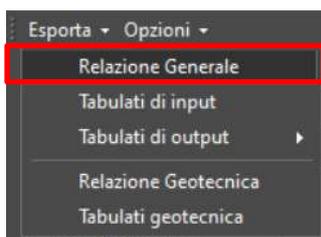


Figura 638 Esporta Relazione Generale di Calcolo in un unico file docx.

### 13.3. GENERAZIONE DEI TABULATI DI INPUT E DI OUTPUT

Per generare ed esportare i tabulati sia di output che di input eseguire i seguenti passi.

- **Scheda Tabulati di Input / Output:** selezionare i Capitoli dei tabulati che si vogliono esportare.
- **Groupbox Analisi e passo da inserire in relazione e nei tabulati:** selezionare le analisi e i passi delle analisi in corrispondenza dei quali riportare i risultati nei tabulati di output. I passi possono essere quelli corrispondenti gli stati limite oppure passi personalizzati (da selezionare nella cella Passo). Cliccare sul bottone **Aggiungi** per aggiungere analisi e passi nel sottostante elenco.
- **Eliminare Analisi o Stati limite** di cui riportare i risultati nei tabulati di output, selezionando le voci o singole sotto-voci e cliccando sul bottone **Elimina**.
- **Generare involuپی delle analisi e stati limite selezionati,** cliccando sul bottone **Aggiungi involuپی**. Ogni volta che si crea un involuppo, lo stesso viene numerato ed identificato da un nome Involuppo 1, Involuppo 2, etc... Il bottone **Elimina** consente di eliminare tutti gli involuپی selezionati. Non è possibile eliminare le singole sotto-voci contenute in ciascuna voce involuppo. Gli involuپی vengono inclusi unicamente nei tabulati di output mediante l'esportazione del corrispondente elaborato.

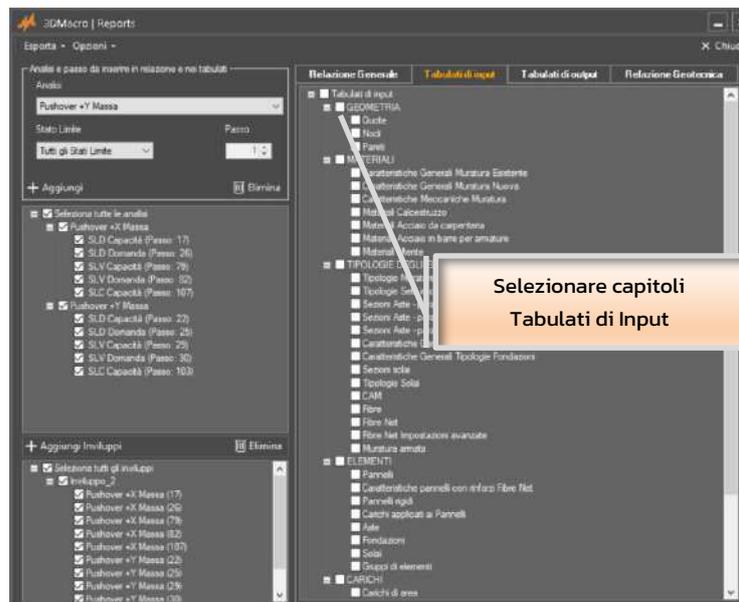


Figura 639. Gestione Tabulati di Input.

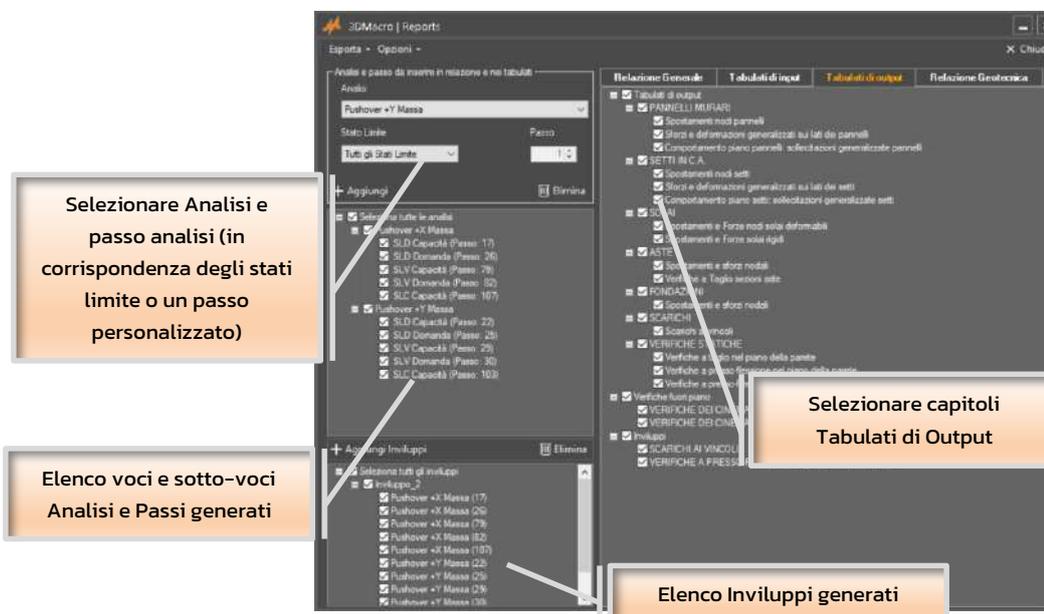


Figura 640 Gestione Tabulati di Output.

Per quanto riguarda i **Tabulati di input**, dopo aver selezionato i capitoli è possibile esportarli mediante il comando dal menu **Esporta > Tabulati di input**. I tabulati vengono salvati in formato docx in un unico file. Selezionare la cartella dove si vuole salvare il documento e cliccare sul bottone **Salva**.

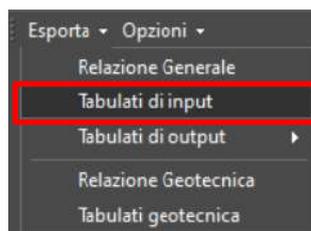


Figura 641 Esporta Tabulati di Input in un unico file docx.

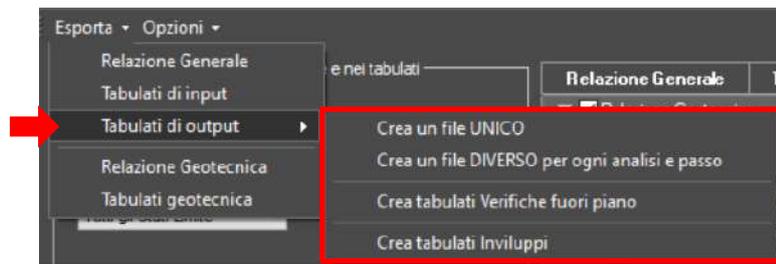


Figura 642 Esporta i Tabulati di Output.

Per quanto riguarda i **Tabulati di Output**, selezionato i capitoli e generato Analisi e passi o stati limite, nonché eventuali involuppi, cliccare sul comando Esporta > Tabulati di output. Da qui si apre un ulteriore menu, che consente di esportare i tabulati con diverse modalità:

- **Crea un unico file:** i tabulati di output vengono salvati in formato docx in un unico file.
- **Crea un file DIVERSO per ogni analisi e passo:** i tabulati di output vengono salvati in un file diverso per ciascuna analisi e passo di analisi (o stato limite).
- **Crea tabulati Verifiche Fuori Piano:** genera un file con i tabulati di output delle verifiche fuori piano.
- **Crea Tabulati Involuppi:** genera il file con i tabulati di output degli involuppi in un unico file.

Dopo la selezione del comando, selezionare la cartella dove si vuole salvare il documento e cliccare sul bottone Salva.

#### 13.4. GENERAZIONE RELAZIONE E TABULATI GEOTECNICI

Per generare ed esportare relazione geotecnica e corrispondenti tabulati della sezione geotecnica sia di input che di output, seguire i passi seguenti:

- **Scheda Relazione Geotecnica:** selezionare i Capitoli della relazione geotecnica e dei tabulati (di input ed output) che si vogliono esportare.
- **Groupbox Analisi e passo da inserire in relazione e nei tabulati:** selezionare le analisi e i passi delle analisi in corrispondenza dei quali riportare i risultati nei tabulati di output geotecnica. I passi possono essere quelli corrispondenti gli stati limite oppure passi personalizzati (da selezionare nella cella Passo). Cliccare sul bottone Aggiungi per aggiungere analisi e passi nel sottostante elenco.
- **Eliminare Analisi o Stati limite** di cui riportare i risultati nei tabulati di output, selezionando le voci o singole sotto-voci e cliccando sul bottone Elimina.

Dopo aver selezionato i capitoli della relazione geotecnica e dei tabulati di input e output della sezione geotecnica, esportare gli elaborati mediante i comandi disponibili dal menu Esporta > Relazione Geotecnica e Tabulati geotecnica. La relazione e i tabulati (di input ed output) vengono salvati rispettivamente in un file formato docx. Selezionare la cartella dove si vuole salvare il documento e cliccare sul bottone Salva.

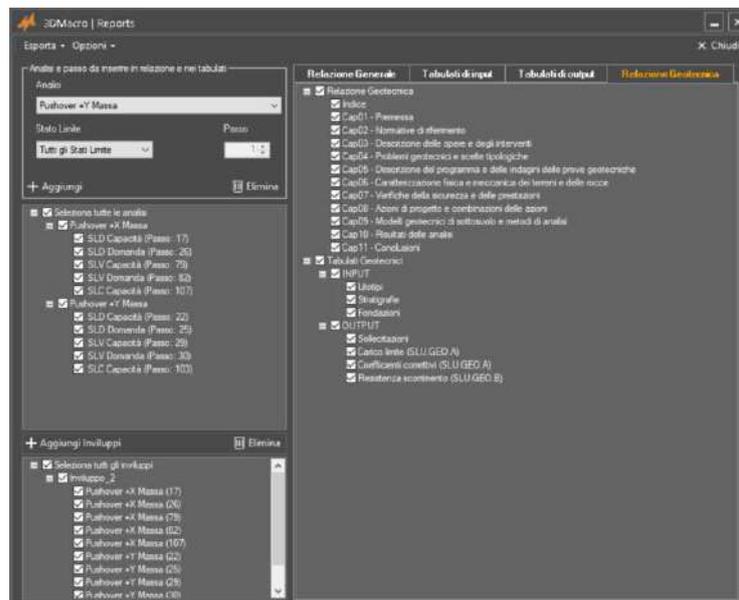


Figura 643 Gestione Relazione Geotecnica e Tabulati della sezione geotecnica in input ed output.

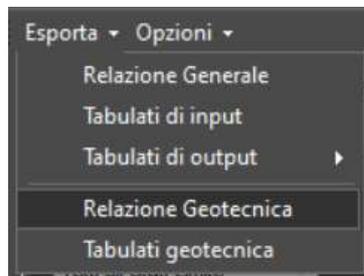


Figura 644 Esporta Relazione Geotecnica in un unico file docx.

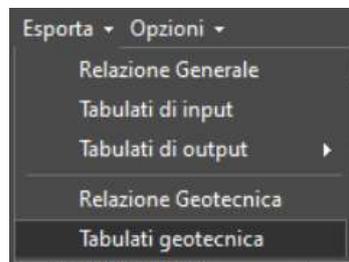


Figura 645. Esporta i Tabulati Geotecnici (sia di input che di output) in un unico file docx.

## APPENDICE

In questa sezione del manuale vengono riportati dei tutorial specifici su alcune particolari casi studio o relativi ad argomenti di approfondimento, legati all'utilizzo di 3DMacro.

### 13.1. CALCOLO E VERIFICA INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE

Il presente capitolo tratta una particolare tipologia di interventi, detti di "rinforzo locale", atti ad eliminare carenze localizzate della struttura o riparare un danno, senza che ne venga modificato il comportamento globale. A seguito di tali interventi non è necessario procedere alla verifica dell'intero organismo strutturale, ma ci si può limitare a verificare il singolo elemento strutturale che, nel caso di strutture in muratura, è possibile identificare con la singola parete.

Nella prima parte viene presentata una panoramica degli interventi, che possono essere inquadrati come "interventi locali", ai sensi delle recenti normative antisismiche (D.M.14.01.2008 e relativa Circolare n°617 del 2009) e alla luce di alcuni orientamenti normativi regionali, quali quelli proposti dalle Regioni Toscana ed Emilia Romagna. Proprio questi orientamenti regionali offrono delle utili linee guida per la progettazione e la verifica di questo tipo di interventi.

Nella seconda parte viene esposta la metodologia di analisi e verifica degli interventi locali, mediante l'utilizzo di analisi push-over e sistema ridotto equivalente, applicati a modelli "locali" costituiti da una sola parete o da una porzione di essa.

A partire da un breve richiamo dei meccanismi di rottura della muratura, per azioni nel proprio piano, vengono esposti nel dettaglio due procedure di calcolo per la costruzione della Curva Pushover (elemento che sta alla base della verifica con il metodo N2): il primo semplificato adatto per procedure di predimensionamento dell'intervento e al giudizio di accettabilità dello stesso e per pareti monopiano ; il secondo completo, adatto per la verifica di tutte le tipologie di parete e di intervento. In particolare l'approccio rigoroso, reso facile ed intuitivo, grazie all'utilizzo di 3DMacro, viene applicato ad un caso di studio trattato al capitolo 7) nel quale viene ipotizzato un intervento di allargamento di aperture al piano terra di una parete, compensato dalla realizzazione di cerchiature in c.a., o acciaio.

#### 13.1.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento sono le seguenti

- D.M.17.01.2018: Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare n°7 del 21.01.2019 C.S.LL.PP. – Istruzioni di cui al D.M.17.01.2018
- Orientamenti interpretativi su interventi locali o di riparazione – Regione Toscana, Comitato Tecnico Scientifico in materia di rischio sismico, di cui al D.G.R del 03.10.2012 ( che integra e sostituisce il D.G.R n.606 del 21.06.2010
- Regione Emilia Romagna – CTS (art. 4, L.R. n. 19/2008 e D.G.R. n. 1430/2009)

#### 13.1.2. DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI LOCALI

Il punto 8.4 del D.M.17.01.2018 individua e classifica le seguenti tipologie d'intervento:

- Riparazioni o interventi locali che interessino singoli elementi strutturali, e che comunque non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti.

- Interventi di miglioramento atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli fissati dalle presenti norme;
- Interventi di adeguamento atti a conseguire i livelli di sicurezza fissati dalle presenti norme;

In particolare il D.M.17.01.2018 al punto 8.4.1 e la relativa Circolare al punto C8.4.1 individuano gli interventi di rafforzamento locale, fornendone le seguenti definizioni:

**S 8.4.1 - Riparazione o Intervento Locale:** *Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi **non devono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione** e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:*

- *Ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;*
- *Migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;*
- *Impedire meccanismi di collasso locale;*
- *Modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.*

*Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferite alle sole parti e/o elementi interessati [...] dimostrando che, rispetto alla condizione precedente al danno, al degrade o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti della struttura nel suo insieme e **che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.***

*Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.*

**S C8.4.3 - Riparazione o Intervento Locale:** *In tale categoria rientrano gli interventi di ripristino, rinforzo e sostituzione di elementi strutturali o di parti di essi non adeguati alla funzione che devono svolgere (ad es. travi, architravi, coperture, impalcati o porzioni di impalcato, pilastri, pannelli murari). In particolare gli interventi di rinforzo devono privilegiare lo sviluppo di meccanismi duttili o comunque **migliorare la duttilità locale, così da favorire lo sviluppo della duttilità di insieme della struttura.***

*Il ripristino o rinforzo dei collegamenti esistenti tra i singoli componenti o tra parti di essi o la realizzazione di nuovi collegamenti (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso la introduzione di catene/ tiranti, chiodature tra elementi lignei di una copertura o di un solaio, tra componenti prefabbricati) ricadono in questa categoria.*

*Infine, la modifica di una parte limitata di una struttura (ad es. l'apertura di un vano in una parete, accompagnata da opportuni rinforzi) può rientrare in questa categoria, a condizione che si dimostri che l'insieme degli interventi non modifichi significativamente rigidezza, resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e capacità di deformazione della struttura. [...]*

*Per questa categoria di intervento non è richiesta la valutazione della sicurezza globale dell'opera ma, nel caso di rafforzamento locale finalizzato al miglioramento del funzionamento di elementi strutturali o della limitazione di meccanismi di collasso, è richiesta la valutazione della variazione del livello locale di sicurezza.*

Alla luce di quanto detto, in presenza di interventi locali, occorre pertanto dimostrare che l'intervento non produca variazioni "significative" di rigidezza, resistenza e deformabilità.

L'entità delle variazioni "significative" non viene indicata esplicitamente dalle NTC, ma viene documentata in altri testi esplicativi a carattere regionale, tra cui si riporta quello emesso dalla Regione Toscana.

La Circolare 2019 non quantifica numericamente il range ammissibile di variazione che possono subire i parametri di resistenza, rigidità e deformabilità della parete.

A tal proposito si può fare riferimento agli orientamenti interpretativi emanati dal Comitato Tecnico Scientifico in materia di rischio sismico della Regione Toscana in data 3/10/2012 che integra e sostituisce il precedente D.G.R. n.606 del 21/6/2010, che affronta il problema della analisi, verifica e realizzazione dell'intervento locale di apertura vano in una muratura che deve essere articolato secondo le seguenti fasi:

## FASE 1: ANALISI DELLO STATO DI FATTO

- Per una corretta progettazione di un intervento sulle murature, ad un determinato livello o piano, occorre conoscere l'esatta altezza di interpiano, lo spessore della parete e la tipologia della muratura;
- E' indispensabile conoscere se la muratura ha continuità ai piani superiori e inferiori. Per i piani superiore e inferiore (adiacenti) è necessario conoscere anche la distribuzione delle aperture in corrispondenza delle pareti oggetto di intervento;
- Il livello di conoscenza che occorre acquisire è, quindi, almeno LC1 (verifiche limitate);
- In mancanza di specifiche prove sperimentali, i valori delle caratteristiche meccaniche della muratura potranno essere stimati in base alla Tab. C8.5.<sup>(5)</sup>
- Ai fini delle verifiche per questa tipologia di interventi si ritiene opportuno adottare i valori medi tra quelli proposti;
- Non occorre dividere i valori suggeriti per il fattore di confidenza FC;
- Si può fare riferimento alla rigidità in condizioni fessurate e quindi considerare i valori medi di E e G ridotti (50%);
- I valori della tab. C8.5.I devono tenere conto dei coefficienti correttivi indicati nella Tab. C.8.5.II<sup>(1)</sup>

## FASE 2: ANALISI E VERIFICA INTERVENTO

In particolare, ai fini del dimensionamento degli elementi e della parete nel suo stato di progetto, deve essere dimostrato e sufficientemente argomentato che:

- La rigidità dell'elemento variato (parete) non cambi significativamente rispetto allo stato preesistente ( $\pm 15\%$ );
- La resistenza e la capacità di deformazione, anche in campo plastico, non peggiorino ai fini del comportamento rispetto alle azioni orizzontali. Il taglio ultimo della parete e lo spostamento ultimo dovranno essere superiori ai valori dello stato di fatto.
- Tale intervento non cambia significativamente il comportamento globale della struttura. Il ripristino di rigidità (elemento principale dell'intervento) può avvenire secondo le tecniche previste al capitolo C.8.7.4. ed in particolare par. C.8.7.4.1<sup>(6)</sup> della Circolare 07/2019. Generalmente si opera con l'inserimento di telai metallici rigidi in acciaio o in cemento armato a cerchiatura del vano di progetto oppure con rinforzi sulle porzioni di murature residue laterali. Pertanto le verifiche si effettueranno comparando la parete nello stato ante/post/operam, comprensiva degli interventi di rinforzo. Nel caso si adottino cerchiature metalliche o in cemento armato occorrerà verificare le sezioni e le unioni secondo le sollecitazioni derivanti dall'analisi eseguita secondo le NTC 2018.

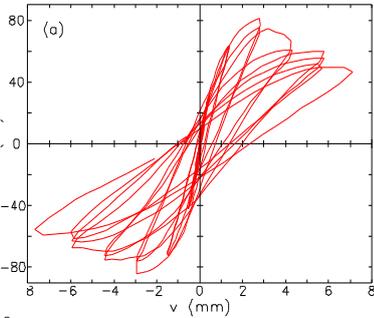
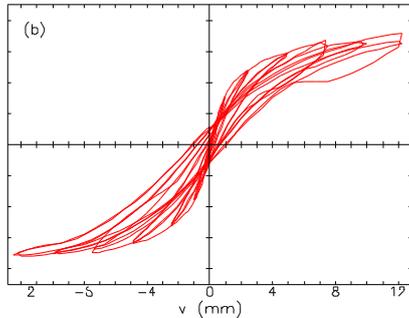
Infine, ulteriori Orientamenti Normativi vengono aggiunti dalla Regione Emilia Romagna. Riportiamo in questo ambito le direttive del CTS (art. 4, L.R. n. 19/2008 e D.G.R. n. 1430/2009), la quale evidenzia i seguenti aspetti:

<sup>5</sup> Tutti i riferimenti alle NTC2008 e rispettiva circolare, riportati nel documento integrato ed aggiornato da Regione Toscana il 3/10/2012, successivamente superati dalle NTC2018 e relativa circolare 7/2019 sono stati in questo documento sostituiti con i nuovi riferimenti normativi.

- Ai fini della formazione e/o modifica di aperture in pareti murarie, si può considerare "singola parte" una parete (nel suo intero sviluppo verticale) e/o un insieme di pareti pressoché complanari (purché efficacemente connesse tra loro), inclusi gli elementi di connessione;
- Il confronto, tra lo stato di fatto e quello di progetto della "singola parte", deve prendere in considerazione il comportamento in campo anelastico, comparando i diagrammi forza – spostamento. La dimostrazione sulla rigidezza può essere condotta confrontando la rigidezza elastica iniziale oppure una "rigidezza equivalente", in termini di "energia di deformazione";
- Infine, si sottolinea la necessità di valutare, in generale e anche in presenza di interventi locali, il comportamento dell'intera parete ("terra-cielo") oggetto di intervento, quantomeno in termini qualitativi, al fine di individuare le porzioni potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, potendo successivamente limitare a queste ultime il progetto e la valutazione della sicurezza.

### 13.2. MECCANISMI DI COLLASSO DI PANNELLI IN MURATURA PER AZIONI NEL PIANO

Il comportamento ciclico di pannelli murari sottoposti ad azioni cicliche nel piano risulta profondamente differente a seconda se il pannello esibisce un comportamento prevalentemente a taglio (pannelli tozzi e ben vincolati alla rotazione), oppure un comportamento prevalentemente flessionale (pannelli snelli o soggetti a limitati sforzi normali).

	
<p><i>Risposta ciclica di un pannello con comportamento a TAGLIO:</i></p>	<p><i>Risposta ciclica di un pannello soggetto a ROCKING:</i></p>
<p>Rapida riduzione della Resistenza (softening); Comportamento poco duttile; Riduzione della Rigidezza (danno); Forte Dissipazione energia (isteresi);</p>	<p>Comportamento duttile; Incrudimento con sostanziale aumento della Resistenza; Maggiore conservazione della rigidezza; Ridotta Dissipazione energia;</p>

Ai fini della modellazione, il comportamento di un pannello può essere efficacemente schematizzato mediante una bilatera equivalente (vedi figura seguente). La resistenza ultima a taglio può essere valutata considerando le tre possibili modalità di rottura: per rocking, a taglio per scorrimento e a taglio per fessurazione diagonale. Nella pagina successiva si riportano tre possibili formulazioni per la determinazione della resistenza ultima associata a ciascun meccanismo.

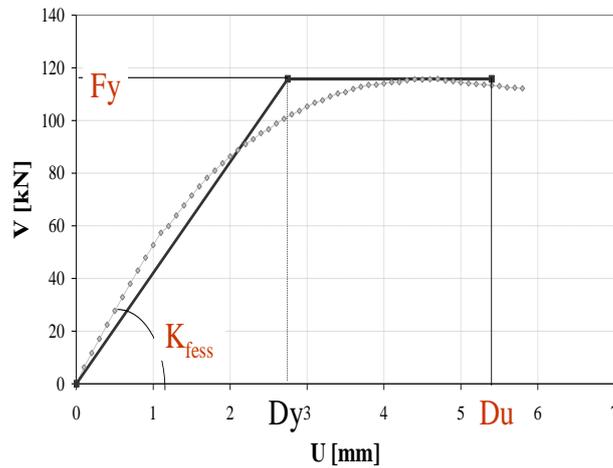


Figura 646. Schematizzazione del comportamento di un pannello.

Rottura Pressolessione/Rocking		
<p>Momento ultimo resistente calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione ed una opportuna distribuzione non lineare delle compressioni. Nel caso di una sezione rettangolare tale momento ultimo può essere calcolato come:</p> $M_u = (l^2 t \sigma_o / 2) (1 - \sigma_o / 0.85 f_d)$ <p>dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mu è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione;</li> <li>L è la larghezza complessiva della parete (compresa la zona tesa);</li> <li>t è lo spessore della zona compressa della parete;</li> <li>σ<sub>o</sub> è la tensione normale media, riferita all'area totale (= P/l<sub>t</sub>, con P forza assiale agente positiva se di compressione);</li> <li>Se P è di trazione, Mu = 0;</li> <li>f<sub>d</sub> = f<sub>k</sub> / γ<sub>M</sub> è la resistenza a compressione di calcolo della muratura</li> </ul>		
Rottura Taglio per Scorrimento		
$V_{u, \text{scorr. scz. parz.}} = d' t \left( c + \mu \frac{N}{d' t} \right) = dt \left( \frac{1.5c + \mu p}{1 + 3 \frac{c \alpha_v}{p}} \right)$		
<p>La verifica a taglio per scorrimento di ciascun elemento strutturale si effettuerà per mezzo della relazione seguente:</p> $V_t = l' t f_{vk} / \gamma_M$ <p>dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>l' è la larghezza della parte compressa della parete;</li> <li>t è lo spessore della parete;</li> <li>f<sub>vk</sub> è definito al punto 2.3.2.1 del DM 20.11.87, calcolando la tensione normale media (indicata con sn nel DM citato) sulla parte compressa della sezione (σ<sub>n</sub> = P / l't);</li> </ul>		

Il valore di  $f_{vk}$  non potrà comunque essere maggiore di  $1.4 f_{bk}$ , dove  $f_{bk}$  indica la resistenza caratteristica a compressione dei blocchi nella direzione di applicazione della forza, né maggiore di 1.5 MPa.

#### Rottura a Taglio per fessurazione diagonale

La resistenza a taglio di calcolo per fessurazione diagonale un pannello in muratura potrà essere calcolata con la relazione:

$$V_t = l \cdot t \frac{1.5\tau_{0d}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5\tau_{0d}}} = l \cdot t \frac{f_{td}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_{td}}}$$

$l$  è la lunghezza del pannello;

$t$  è lo spessore del pannello;

$\sigma_0$  è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione ( $\sigma_0 = P/lt$ , con  $P$  forza assiale agente positiva se di compressione);

$f_{td}$  e  $\tau_{0d}$  sono rispettivamente i valori di calcolo della resistenza a trazione per fessurazione diagonale e della corrispondente resistenza a taglio di riferimento della muratura ( $f_{td} = 1.5\tau_{0d}$ );

$b$  è un coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione, dipendente dalla snellezza della parete. Si può assumere  $b = h/l$ , comunque non superiore a 1.5 e non inferiore a 1, dove  $h$  è l'altezza del pannello.

### 13.3. METODOLOGIE DI ANALISI DI UNA PARETE

La verifica di un intervento locale su una parete in muratura si articola in generale in due distinte fasi, ciascuna delle quali prevede l'utilizzo di due tipologie di analisi differenti. In particolare, in una prima fase sarà possibile utilizzare una metodologia di analisi semplificata, finalizzata ad un semplice predimensionamento dell'intervento e al giudizio di accettabilità dello stesso, in una seconda fase, invece, è necessario eseguire un'analisi rigorosa, che consente di effettuare la verifica dell'intervento, mediante la costruzione di una curva di capacità della parete, che consente di determinare la rigidezza elastica, la resistenza ultima e la duttilità disponibile.

Le analisi della parete vengono eseguite previa applicazione dei carichi gravitazionali, provenienti dai solai e individuati mediante l'utilizzo di opportune aree di influenza, sulla parete oggetto di verifica.

#### 13.3.1. METODOLOGIA DI ANALISI SEMPLIFICATA - PREDIMENSIONAMENTO DELL'INTERVENTO

Nella procedura semplificata ciascuna elevazione della parete viene studiata indipendentemente, trascurando la mutua interazione. Ciascuna elevazione è composta da  $n$  pannelli, ciascuno dei quali caratterizzato da un legame elasto-plastico e quindi dai seguenti parametri:

- La rigidezza elastica ( $K$ );
- La forza ultima  $F_u$ ;
- La duttilità  $\mu$ , pari al rapporto tra spostamento ultimo  $\delta_u$  e spostamento al limite elastico  $\delta_y$ .

#### 13.3.2. MODELLAZIONE DI PANNELLI IN MURATURA

Consideriamo il singolo maschio sottoposto all'azione di una forza orizzontale  $F$  e verticale  $N$  come in figura:

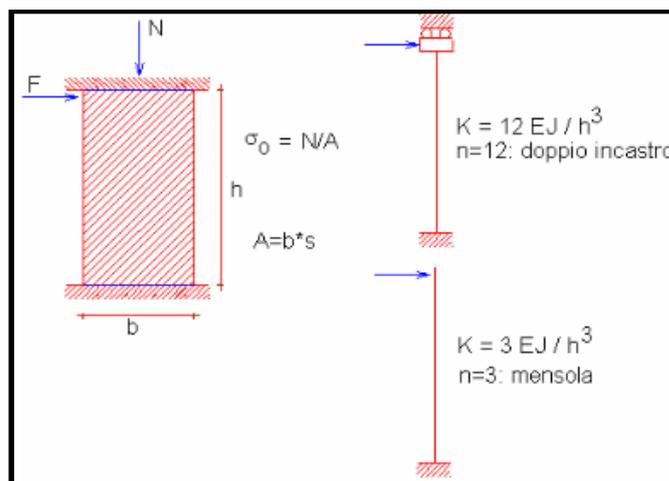


Figura 647. Modellazione di un pannello in muratura.

Ai fini della determinazione della rigidezza elastica del pannello consideriamo, lo spostamento in sommità, componendo la deformazione flessionale e tagliante, è dato dalla:

$$\delta = \delta_M + \delta_T = Fh^3/(nEJ) + \chi Fh/(GA)$$

dove:

$x=1,2$ ;

$n=3$  per il caso della mensola;

$n=12$  per la parete doppiamente incastrata.

La rigidezza alla traslazione del pannello risulta quindi:

$$K = 1/[h^3/(nEJ) + 1,2 h / (GA)]$$

Secondo il D.M. 14.1.2008, la deformazione ultima è espressa come drift di piano (percentuale dell'altezza deformabile del maschio pari al 0.4%, nel caso di rottura a taglio, e 0.6-0.8% per rottura a pressoflessione).

Il taglio ultimo ( $F_u$ ) viene valutato come minimo tra i valori limite di ogni meccanismo di rottura, come descritto al paragrafo precedente.

### 13.3.3. MODELLAZIONE DI TELAI O CERCHIATURE

In presenza di telai o cerchiature realizzate in calcestruzzo armato o acciaio, ai fini della modellazione semplificata, si considerano i soli montanti considerati agenti in parallelo con i pannelli e trascurando del tutto gli effetti di confinamento (considerati nella metodologia rigorosa). Tali elementi si considerano a rotazione impedita in testa, mentre alla base può essere considerato un vincolo di incastro o di cerniera in funzione della modalità costruttiva. Ai fini della modellazione, analogamente a quanto fatto per i pannelli murari, ai piedritti viene attribuito un legame elasto plastico; di seguito si riportano i criteri per la determinazione della rigidezza iniziale ( $K$ ), la forza ultima ( $F_u$ ) e lo spostamento ultimo ( $\delta_u$ ).

## RIGIDEZZA ELASTICA (K)

Nel caso di vincolo ad incastro perfetto del montante, con momento resistente corrispondente al momento di snervamento della sua sezione trasversale,

La rigidità alla traslazione del piedritto è espressa da:

$$K = 12 EJ / h^3 \quad (\text{vincolo incastro})$$

$$K = 3 EJ / h^3 \quad (\text{vincolo cerniera})$$

dove:

J = momento d'inerzia della sezione trasversale del piedritto nella direzione della sollecitazione (cioè della forza orizzontale). Nel caso di piedritto composito, formato da 'n' ritti aventi stessa sezione ugualmente orientata, il momento d'inerzia deve ovviamente essere moltiplicata per 'n';

h = altezza del piedritto.

## FORZA LIMITE (F<sub>U</sub>)

Il limite elastico dei piedritti viene determinato in funzione del carico verticale N determinato sulla base dei carichi gravitazionali secondo una ripartizione per aree di influenza.

Sia F la forza orizzontale agente in testa al piedritto e M il momento flettente massimo agente, vale la seguente relazione:

$$M = F h / \alpha$$

dove  $\alpha=2$  nel caso di vincolo incastro,  $\alpha=1$  nel caso di vincolo cerniera

Nel caso di sezioni in acciaio la tensione normale agente nella fibra più sollecitata risulta pari a :

$$\sigma_{\max} = N/A + M/W = N/A + Fh/(\alpha W)$$

dove:

A = area della sezione trasversale del piedritto;

W = modulo di resistenza della sezione del piedritto nella direzione della sollecitazione. Nel caso di piedritto composito, formato da 'n' ritti aventi stessa sezione, ugualmente orientata, il modulo di resistenza deve ovviamente essere moltiplicata per 'n'.

Ponendo la tensione massima pari alla tensione di snervamento del materiale  $f_{yd}$ , si ottiene la seguente espressione:

$$N/A + F_u h / (\alpha W) = f_{yd}$$

La forza ultima del piedritto risulta pertanto:

$$F_u = \left( f_{yd} - \frac{N}{A} \right) \cdot \frac{\alpha W}{h}$$

Nell'espressione precedente si prescinde da fenomeni di instabilità, poiché nella pratica la membratura in c.a. o in acciaio sono collegati alla muratura con vincoli diffusi lungo il perimetro.

Inoltre se si trascura lo sforzo normale agente sui piedritti, in genere sensibilmente inferiore rispetto al corrispondente valore ultimo, si ottiene:

$$F_u = 2W f_{yd} / h$$

Nota la rigidezza e la forza ultima, lo spostamento al limite elastico è dato dalla seguente espressione:

$$\delta_{el} = F_u / K$$

Per i piedritti in cemento armato il momento ultimo ( $M_u$ ) può essere determinato imponendo il diagramma limite di deformazione che porta a rottura le barre di armatura o a schiacciamento il calcestruzzo.

$$M_u = f(N, A_s, \sigma_c, \varepsilon_c, \varepsilon_{vd})$$

La forza ultima può essere espressa secondo la formula:

$$F_u = \alpha M_u / h$$

### SPOSTAMENTO ULTIMO ( $\delta_u$ )

Nel caso di piedritti in acciaio si può considerare un comportamento infinitamente duttile. Nel caso di piedritti in c.a. invece il limite ultimo degli spostamenti viene determinato come:

$$\delta_u = \theta_u / h$$

Con  $\theta_u$  la rotazione alla corda limite a rottura, determinata secondo le espressioni C8A.6.1 o C8A.6.5 contenute nelle NTC 2008.

#### 13.3.4. COSTRUZIONE DELLA CURVA DI CAPACITÀ MEDIANTE ANALISI PUSHOVER SEMPLIFICATA

Il comportamento strutturale di una parete, costituita da più maschi in parallelo, è correlato da quello dei singoli maschi. Sotto l'azione di una forza orizzontale, agente globalmente, la parete presenta uno spostamento comune a tutti i maschi. Ognuno di essi reagisce con una forza dipendente dalla propria rigidezza alla traslazione. Pertanto, il diagramma Forza-Spostamento della parete si ottiene sommando i contributi resistenti di ciascuno dei maschi, come riportato in figura:

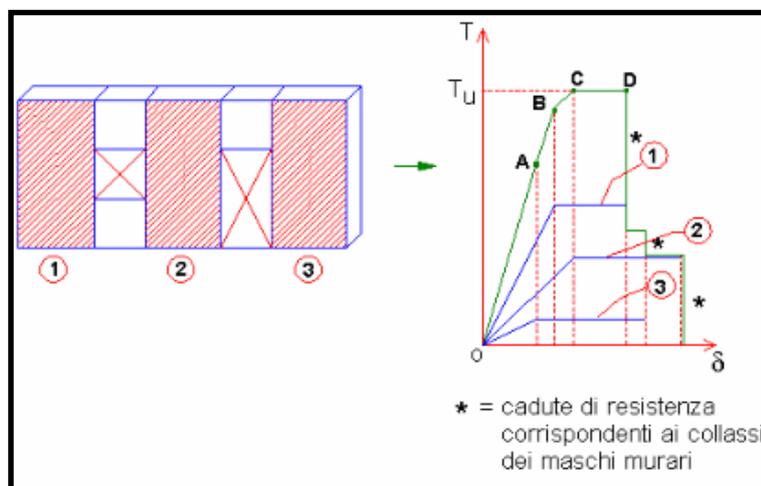


Figura 648. Costruzione della curva di capacità, mediante analisi semplificata.

Si faccia riferimento alla curva pushover in figura 3, costruito per il caso esemplificativo di 3 maschi. Supponiamo che i singoli diagrammi Forza-Spostamento dei maschi siano quelli riportati in figura, si vuole costruire il diagramma complessivo che descrive il comportamento della parete, procedendo come di seguito riportato:

- Fino al punto A si sommano i contributi resistenti elastici dei tre maschi. La fine della fase elastica è determinata dal raggiungimento del limite elastico per il maschio n.3.
- Il punto B è caratterizzato dal raggiungimento del limite elastico per il maschio n.1;
- Il punto C è determinato dal raggiungimento del limite elastico del maschio n.2;
- Successivamente, inizia un tratto orizzontale (fase perfettamente plastica): la forza corrispondente è la massima sviluppabile dalla parete nel suo complesso, ed è quindi la resistenza ultima della parete stessa;
- Il tratto orizzontale termina nel punto D, dove viene a mancare il contributo del maschio n.1, giunto a rottura;
- Proseguendo oltre questo punto, il diagramma presenta scalini corrispondenti alle successive cadute di resistenza degli altri due maschi.

### 13.3.5. LIMITI DELL'ANALISI SEMPLIFICATA

Nonostante l'analisi semplificata presenti dei pregi, in quanto consente lo studio della parete singola, ubicata alla base di una struttura o ad un certo piano di essa, questo metodo di analisi può essere utilizzato solo come metodo di validazione dei calcoli e per il predimensionamento delle cerchiature, presentando invece dei limiti evidenti come metodo di verifica dell'intervento stesso.

In particolare, i pregi di questo metodo di analisi sono:

1. Semplicità nello studio e controllo del modello, grazie all'analisi e verifica dei soli maschi murari ed eventuali cerchiature metalliche o in c.a., messe in parallelo tra di loro, con un orizzontamento infinitamente rigido o flessibile.
2. Costruzione manuale (o con foglio di calcolo) della curva di capacità, mediante una analisi pushover semplificata, grazie alla costruzione di singoli e semplici diagrammi forza-spostamento bilineari, o al più trilineari e alla loro composizione.
3. Facile determinazione dei parametri necessari per effettuare la verifica.

Di contro, i limiti del modello semplificato sono da ricercarsi anche in relazione alle prescrizioni delle linee guida regionali per gli interventi locali, e precisamente:

1. Il modello della parete deve estendersi da terra a cielo, tenendo conto della distribuzione di aperture, maschi e carichi sotto e sopra la parete oggetto di verifica. Pertanto, è opportuno utilizzare un modello a telaio equivalente o a macroelementi;
2. L'orizzontamento rigido (shear-type) sopra i maschi non permette di far variare lo sforzo normale sugli stessi, durante il processo di applicazione incrementale della forza orizzontale, e falsifica i meccanismi di collasso;
3. Non viene considerata la presenza di fasce di piano, cordolate o meno, con la loro rigidità, resistenza e duttilità;
4. Nel caso di interventi di cerchiatura, i maschi e i telai di cerchiatura sono messi in parallelo e quindi viene trascurata completamente l'interazione tra la parete e la cerchiatura e l'effetto di confinamento del c.a. sulla muratura;

5. Non si tiene conto della possibile rottura dei pannelli nodali, spesso verificata in caso di cerchiature molto rigide e resistenti.

### 13.3.6. ANALISI DI VERIFICA DELL'INTERVENTO

L'analisi consiste nel determinare le curve di capacità dell'intera parete, considerata da "terra a cielo", sia nello stato di fatto e nello stato di progetto. Essa viene condotta in modo analogo a quanto previsto per il calcolo globale dell'intero edificio. Determinata la curva di capacità della parete, l'obiettivo è quello di ricavarne la rigidezza elastica, la resistenza ultima e la duttilità disponibile. Il dettaglio delle operazioni di verifica da eseguire verranno esposte nel capitolo che segue e applicate al caso di studio.

## 13.4. VERIFICA DEGLI INTERVENTI LOCALI

Il primo passo della procedura di verifica consiste nel svolgere due analisi push-over della parete: una nella situazione dello stato di fatto e una nello stato di progetto. Le curve di capacità del sistema reale vengono quindi approssimate mediante il sistema bilineare equivalente, sul quale vengono determinati i parametri necessari ai fini della verifica:

- $K_F, K_P$  rigidezza elastica nello stato di fatto e nello stato di progetto;
- $F_{U,F}, F_{U,P}$  resistenza ultima nello stato di fatto e nello stato di progetto;
- $U_{r,F}, U_{r,P}$  spostamento ultimo nello stato di fatto e nello stato di progetto.

Occorre verificare che:

- a) La rigidezza nello stato di progetto sia compresa tra l'85% e il 115% della rigidezza nello stato di fatto:

$$0.85 \cdot K_F \leq K_P \leq 1.15 \cdot K_F$$

- b) La resistenza e la capacità di spostamento nello stato di progetto risultino non inferiori dei rispettivi valori nello stato di fatto:

$$F_{U,P} \leq F_{U,F}$$

$$U_{r,P} \leq U_{r,F}$$

## OSSERVAZIONI

Nella verifica di un intervento locale bisogna prestare particolare attenzione nel caso in cui vi sia la presenza di solai rigido. In questo caso, infatti, le modifiche sulla rigidezza di una parete possono generare delle modifiche significative nel comportamento globale. Nel caso contrario invece, se l'orizzontamento che collega la parete, oggetto di intervento, con la restante struttura è di tipo flessibile, la variazione di rigidezza registrata nella parete, dal modello piano, condiziona le altre pareti in misura inferiore, e quindi è più semplice contenere la verifica di sicurezza, rientrando entro i limiti della verifica locale.

Nel caso in cui la posizione della parete modellata non sia vincolata a terra, ma costituisce una parte in elevazione dell'intera parete, o nei casi in cui non sia comunque possibile modellare l'intera parete da "terra a cielo", se è stata eseguita un'analisi semplificata, descritta nel paragrafo precedente, per il calcolo della  $PGA_{CLV}$  occorre tenere conto della posizione in elevazione della parete, applicando un adeguato fattore di amplificazione, seguendo le formule proposte dalle NTC (secondo le ipotesi standard del metodo POR).

La parete può infatti essere posta ad un qualunque piano dell'edificio. Occorre pertanto definire una metodologia idonea a considerare la deformabilità della struttura sottostante, che si traduce in un'amplificazione dell'accelerazione al suolo.

Nelle formule dell'accelerazione spettrale, per le strutture che interessano una porzione della costruzione poste ad una certa quota, la  $PGA_{(SLV)}=ag*S_s*S_T$  è sostituita da:  $Se(T1)*\psi(Z)*\gamma$  dove:

$T1$  è il primo periodo di vibrazione della struttura nella direzione esaminata, posto pari a:  $0.05*H^{0.75}$  essendo  $H$  l'altezza del fabbricato  $\psi(Z)=Z/H$  dove  $Z$  è l'altezza rispetto alla fondazione della quota di base della parete;

$\gamma$  è il coefficiente di partecipazione modale, che può essere assunto pari a  $3N/(2N+1)$ , con  $N$ =numero di piani dell'edificio.

Pertanto, conformemente alle indicazioni normative, se la parete è posta al piano  $i$ -esimo a di sopra della quota terreno, l'accelerazione al suolo viene amplificata ed il termine  $(ag*S)$  viene sostituito da:  $Se(T1)*\psi(Z)*\gamma$ .

E' quindi possibile definire un fattore amplificativo  $F$  dato da:

$$F=[Se(T1)*\psi(Z)*\gamma/(agS)]$$

Pertanto la PGA reale si ottiene dalla PGA al suolo dividendola per il fattore  $F$ .

### 13.5. CASO DI STUDIO: RAFFORZAMENTO LOCALE DI UNA PARETE

Nel presente capitolo si riporta un esempio tratto da un caso reale di intervento locale su una parete, all'interno della quale vengono ampliate due aperture al piano terra. Tale intervento, che potrebbe rappresentare un indebolimento strutturale, viene accompagnato dalla realizzazione di cerchiature sulle aperture e dal rinforzo dei maschi del piano terra.

I modelli in 3DMacro con i casi studio trattati sono disponibili al seguente link:  
[http://www.servizisismica.it/Manuali/3DMacro/Tutorial/Modelli/Modelli\\_InterventiLocali\\_2022.zip](http://www.servizisismica.it/Manuali/3DMacro/Tutorial/Modelli/Modelli_InterventiLocali_2022.zip)

#### 13.5.1. DESCRIZIONE DELLA PARETE NELLO STATO DI FATTO

#### DATI GENERALI DELL'OPERA

- Livello di conoscenza : LC1
- Sito di costruzione : Regione Abruzzo; Comune dell'Aquila ( 42° 21' 59" N      13° 22' 00" N )
- PGA (10% in 50 anni) : 0.2606 g
- Tipo di costruzione : ordinaria
- Classe d'uso : II
- vita nominale : 50 anni
- Coefficiente d'uso : 1,00
- Categoria di suolo : C
- Condizione topografica : T1

### STATI LIMITE CONSIDERATI

Stato limite	P [%] <sup>1)</sup>	T <sub>r</sub>	α <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sup>*</sup>	η	S	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	Note
SLO	81	30	0.0789	2.400	0.27	1	1.5	0.146	0.437	1.92	
SLO	63	50	0.104	2.330	0.28	1	1.5	0.149	0.448	2.02	
<b>SLV</b>	<b>10</b>	<b>474</b>	<b>0.261</b>	<b>2.360</b>	<b>0.35</b>	<b>1</b>	<b>1.33</b>	<b>0.173</b>	<b>0.52</b>	<b>2.64</b>	
SLC	5	974	0.334	2.400	0.36	1	1.22	0.177	0.53	2.94	Stato Ultimo

1) Probabilità di occorrenza dell'azione sismica per lo stato limite considerato in un tempo pari alla vita utile della struttura

**Stato Limite: SLV**

Spettro RSL... 
  Modifica la capacità 
  Non includere nelle verifiche 
  Elimina

*Riduzione del taglio alla base al 80%. Stato limite superiore*

Blocca stati limite  
 Aggiungi

### CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MURATURA – LC1 → FC=1.35

Parametri meccanici	Valore minimo	Valore medio	Valore massimo	Valore base	Coefficiente correttivo	FC	Valore di calcolo
Modulo di elasticità normale, E	1200	1500	1800	1200 MPa	1		1200 MPa
Modulo di elasticità tangenziale, G	400	500	600	400 MPa	1		400 MPa
Resistenza a compressione, f <sub>m</sub>	240	320	400	240 N / cm <sup>2</sup>	1	1.35	177.778 N / cm <sup>2</sup>
Resistenza a taglio, tau <sub>0</sub>	6	7.6	9.2	6 N / cm <sup>2</sup>	1	1.35	4.44444 N / cm <sup>2</sup>
Peso specifico, w		18					18 kN / m <sup>3</sup>

### CARATTERISTICHE DEL CLS DI CORDOLI/ARCHITRAVI – LC1 → FC=1.35

Calcestruzzo nuovo 
  Calcestruzzo esistente 
 Unità di misura **U** Secondo Normativa

Tipo di calcestruzzo: Personalizzato  
 Livello di conoscenza: **LC1**  
 Coeff. di sicurezza parziale per fc: **1.5**

Rc medio provini: **26.1 MPa**

Parametri meccanici	Valore di calcolo
Modulo di elasticità normale, E	25612.7 MPa
Coefficiente di Poisson, ν	0.2
Resistenza a compressione, f <sub>c</sub>	10.4519 MPa
Resistenza a trazione, f <sub>ct</sub>	1.01226 MPa
Deformazione, ε <sub>ct</sub>	0.002
Deformazione ultima a compressione, ε <sub>cu</sub>	0.0035
Peso specifico, w	25 kN / m <sup>3</sup>

## CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO DI CORDOLI/ARCHITRAVI - LC1 →FC=1.35

Acciaio nuovo  
 Acciaio esistente

Acciaio per calcestruzzo armato  
 Acciaio per carpenteria metallica

Unità di misura  
U Secondo Normativa -

Tipo di acciaio  
Fe B 38 k

Livello di conoscenza  
LC-1

Coefficiente di sicurezza parziale (solo per le verifiche di resistenza)  
 $\gamma = 1.15$

Da normativa    Imposta a 1

Parametri meccanici	Valore di calcolo
Modulo di Elasticità, $E$	210000 MPa
Coefficiente di Poisson, $\nu$	0.2
Tensione di Snervamento, $f_y$	27777.8 N / cm <sup>2</sup>
Deformazione Ultima, $\epsilon_u$	0.01
Peso Specifico, $\gamma_w$	78.5 kN / m <sup>3</sup>

### CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI IN C.A

**Cordolo in c.a: 30x20 cm**

**Armatura longitudinale:**  
3+3  $\Phi 14$

**Armatura trasversale:**  
 $\Phi 8/15$  cm

Generale	Dimensioni	Armatura	Caratteristiche di base	Caratteristiche materiali	Stato
Posizione	Armatura in base	Area			
Armatura inferiore	X	30214	4.818 cmq		
Armatura superiore	X	30214	4.818 cmq		
Armatura di parete sinistra	X				
Armatura di parete destra	X				

Stato

Intestare diametro, passo e numero di bracci delle staffe  Stato conforme

Distanza:  Passo:  m

Numero bracci orizzontali:  Numero bracci verticali:

Minimo di 2 barre per ogni direzione per le staffe [MODIFICA](#)  OK  Annulla

**Architrave in c.a :**

**30x30 cm**

**Armatura longitudinale:**  
3+3  $\Phi 14$ -1+1  $\Phi 14$  di parete

**Armatura trasversale:**  
 $\Phi 8/15$  cm

Generale	Dimensioni	Armatura	Caratteristiche di base	Caratteristiche materiali	Stato
Posizione	Armatura in base	Area			
Armatura inferiore	X	30214	4.818 cmq		
Armatura superiore	X	30214	4.818 cmq		
Armatura di parete sinistra	X	10214	1.018 cmq		
Armatura di parete destra	X	10214	1.018 cmq		

Stato

Intestare diametro, passo e numero di bracci delle staffe  Stato conforme

Distanza:  Passo:  m

Numero bracci orizzontali:  Numero bracci verticali:

Minimo di 2 barre per ogni direzione per le staffe [MODIFICA](#)  OK  Annulla

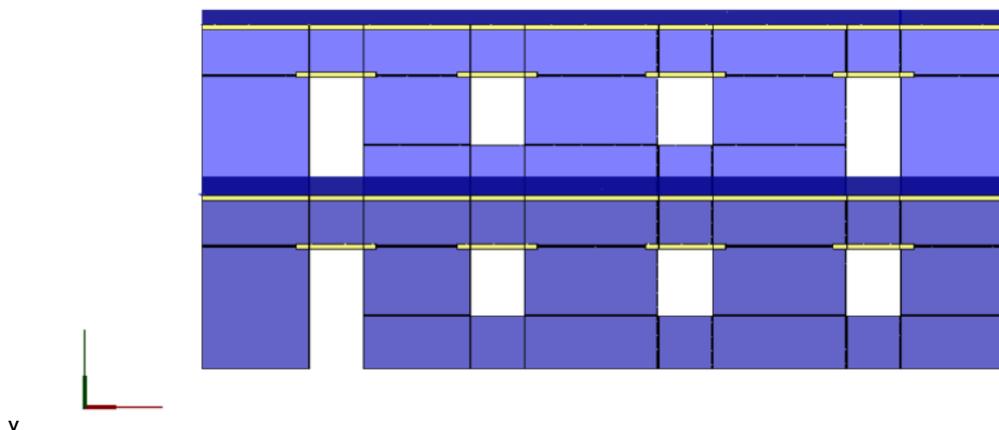
### CARICHI SULLA PARETE PROVENIENTI DAI SOLAI

**Solaio abitazione**

PP SOLAIO	Permanenti Strutturali			1400	kgf / m		
PERM SOLAIO	Permanenti Non Strut...			1000	kgf / m		Psi0=1; Psi1=1; Psi2=1; P:
VARIABILE CAT A	Variabili			1000	kgf / m	A. Ambienti ad uso re...	Psi0=0.7; Psi1=0.5; Psi2=(

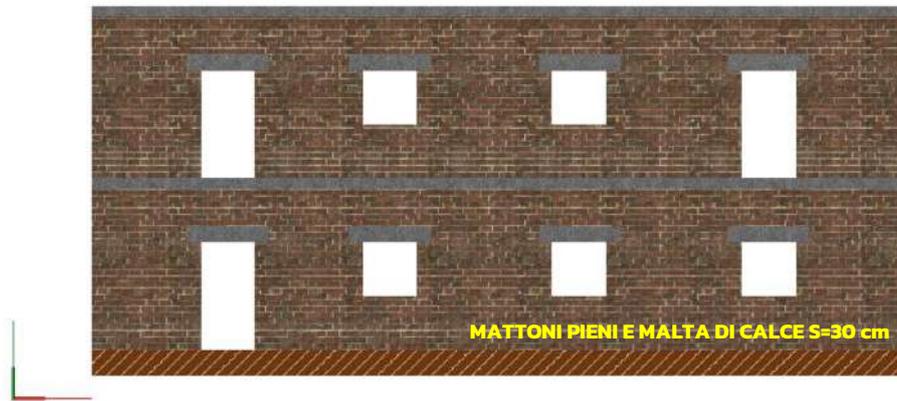
**Solaio copertura**

PP SOLAIO	Permanenti Strutturali			1400	kgf / m		
PERM SOLAIO	Permanenti Non Strut...			750	kgf / m		Psi0=1; Psi1=1; Psi2=1; P:
VAR CAT H	Variabili			250	kgf / m	H. Coperture	Psi0=0; Psi1=0; Psi2=0; P:
NEVE	Variabili			900	kgf / m	Neve (a quota ≤ 1000...	Psi0=0.5; Psi1=0.2; Psi2=(



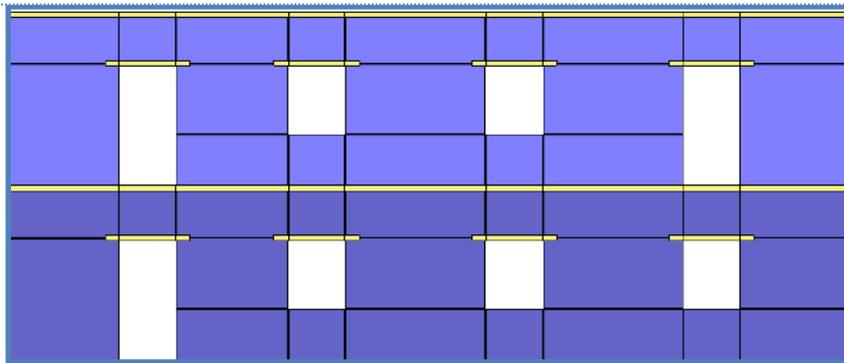
## MODELLO SOLIDO TRIDIMENSIONALE

---

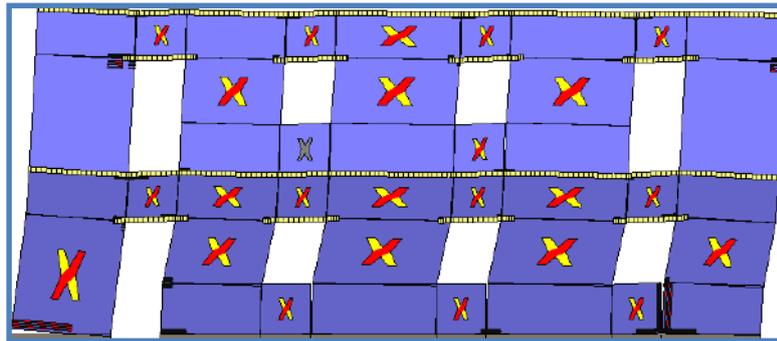
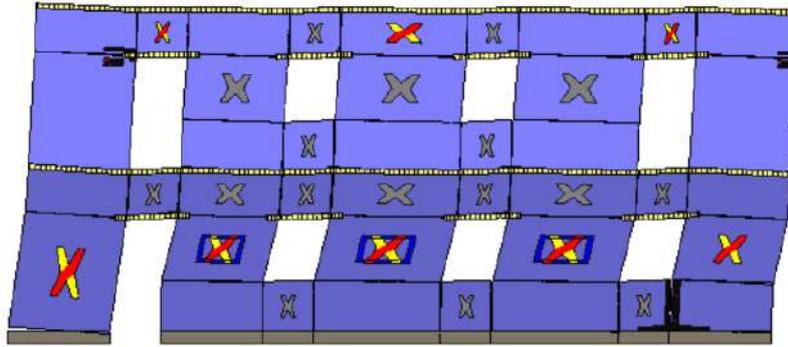


## MODELLO COMPUTAZIONALE

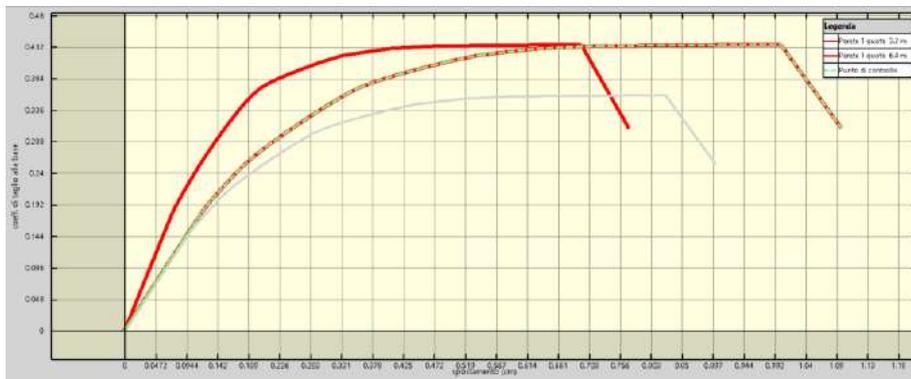
---



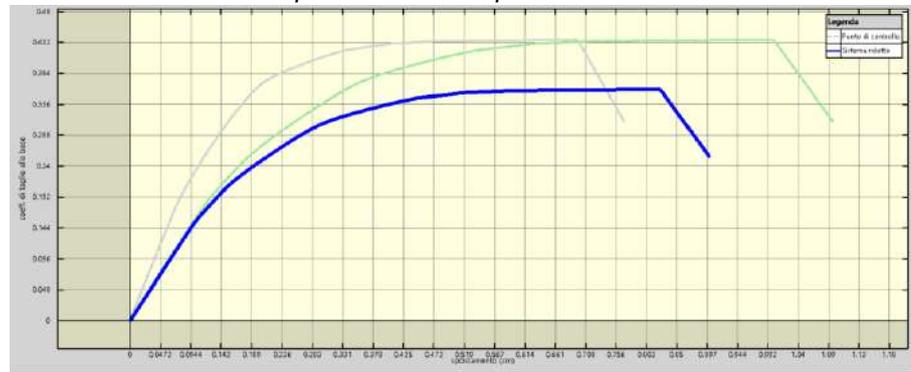
**PUSHOVER DIR X MASSA**



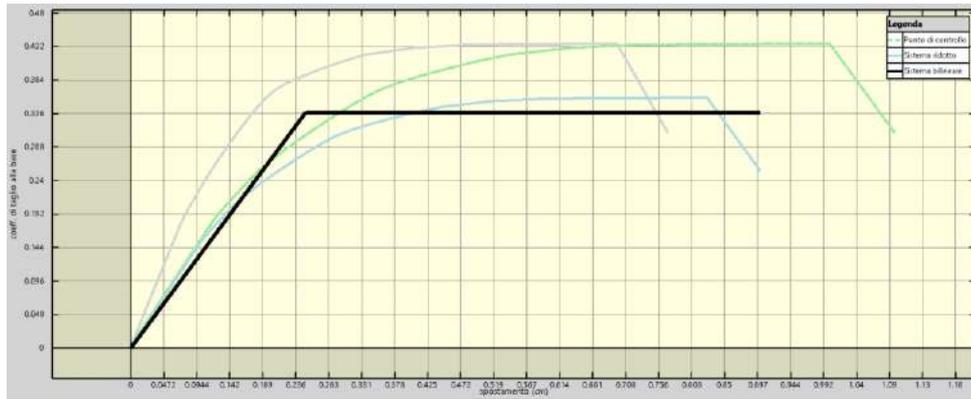
*Quadro fessurativo nel punto di capacità strutturale (SLV)*



*Curva di capacità al variare dei punti di controllo - MGDL*



*Curva di capacità del sistema ridotto - IGDL*



Sistema bilineare equivalente

Forma Phi proporzionale alla quota e alla massa

Fattore Gamma:  Massa efficace:  Kg

Selezionare un punto di modello nell'elenco per impostare eventuali masse aggiunte

Punto modello	Quota	Massa	Spostamento
1	3.2 m	67984.1 Kg	0.535
2	6.4 m	59021.1 Kg	1

Coefficiente di riduzione dal sistema a M-GDL a 1-GDL

**Risultati Analisi Pushover**

Taglio alla base massimo, Vb	543581 N
Peso sismico, W	1245540 N
Coefficiente di taglio alla base massimo, Cb=Vb/W	0.436422
Spostamento massimo del punto di controllo	0.0109331 m

**Dati del Sistema Ridotto**

Taglio alla base massimo, Vb	447234 N
Coefficiente di taglio alla base massimo, Cb=Vb/W	0.359068
Spostamento massimo del punto di controllo	0.00901114 m

Risultati analisi pushover

**Dati del Sistema Bilineare Equivalente\_SLC**

Massa efficace	95412 Kg
Rigidezza efficace	167958000 N / m
Periodo efficace	0.149755 s
Spostamento di snervamento	0.00250377 m
Spostamento ultimo	0.00901114 m
Cb ultimo	0,3376261
Duttilità disponibile	3,599034
Fattore di struttura, q	2,489592

Dati del sistema bilineare equivalente

<b>Stato Limite</b>	
Definizione dello stato limite	SLV
<b>Capacità del Sistema</b>	
Periodo del sistema bilineare, T*	0.1498 s < 0.5196 s (sistema rigido)
Spostamento accettabile allo stato limite (capacità)	0.901 cm
<b>Richiesta del Sistema</b>	
Spettro di progetto	Da normativa
PGA richiesta allo stato limite	0.347 g
Spostamento massimo elastico richiesto, demax*	0.42 cm
Fattore di struttura, q*	1.679
Spostamento massimo richiesto, dmax*	0.84 cm
<b>Stima della Vulnerabilità Sismica del Sistema</b>	
Passo dell'analisi a cui si raggiunge dmax*	49 su 50 (contr. spostamento)
Fattore di sicurezza	107.2%

Stima della Vulnerabilità Sismica

<b>RIEPILOGO PARAMETRI DI ANALISI</b>				
<b>RISULTATI STATO DI FATTO</b>				
<b>RIGIDEZZA PARETE [KN/m]</b>	<b>RESISTENZA MAX [KN]</b>	<b>CAPACITA DI SPOSTAMENTO [cm]</b>	<b>PGA<sub>CLV</sub> CAPACITA' [g]</b>	<b>IR,min</b>
<b>167958</b>	<b>543</b>	<b>0.901</b>	<b>0.367</b>	<b>1.059</b>
Qualsiasi intervento sulla parete in oggetto deve rispettare i seguenti requisiti, affinché l'intervento possa essere considerato "intervento locale" e non di miglioramento sismico <sup>7</sup> :				
<b>REQUISITI RICHIESTI ALLO STATO DI PROGETTO</b>				
<b>142764 KN/m &lt;RIGIDEZZA SP &lt;193151 KN/m</b>			<b>RESISTENZA SP &gt; 543 KN</b>	
<b>CAPACITA DI SPOSTAMENTO SP &gt; 0.901 cm</b>			<b>PGA<sub>CLV - SP</sub> &gt; 0.367g</b>	

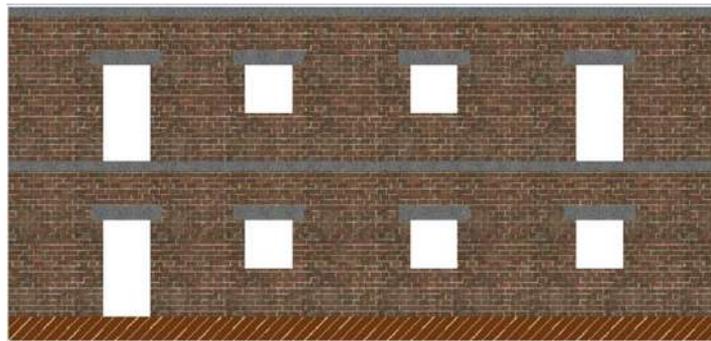
13.5.2. INTERVENTO DI PROGETTO

L'intervento che si vuole realizzare sulla parete consiste nella esecuzione di due porte garage al piano terra di dimensioni 400x250 cm. Si prevede in particolare:

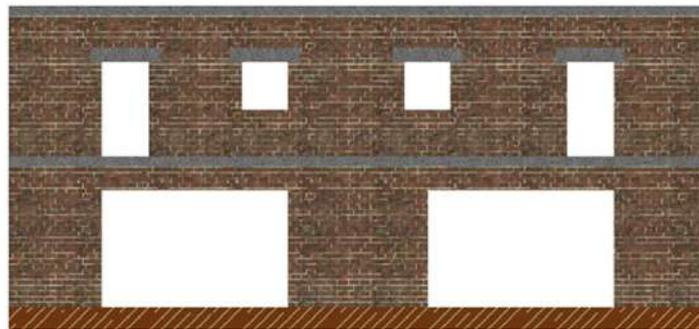
1. La demolizione di parte di muratura in alcune zone e di ricostruzione della stessa in altre;
2. L'inserimento di due telai cerchianti e il consolidamento della muratura restante al piano terra, con intonaco armato, posto su entrambi i lati. Per la scelta dei telai cerchianti si sono fatte due ipotesi di rinforzo, la prima utilizzando elementi in c.a. e la seconda con elementi in acciaio.

<sup>7</sup> Occorre verificare che:

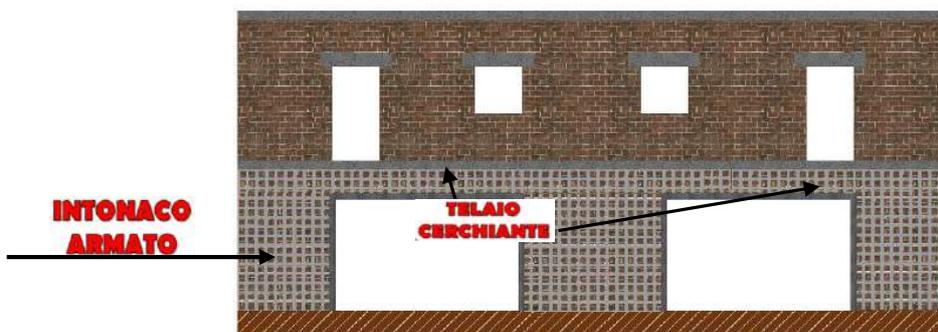
- a) La rigidezza nello stato di progetto sia compresa tra l'85% e il 115% della rigidezza nello stato di fatto:  
 $0.85 K_F \leq K_P \leq 1.15 K_F$
- b) La resistenza e la capacità di spostamento nello stato di progetto risultino non inferiori dei rispettivi valori nello stato di fatto:  
 $F_{U,F} \leq F_{U,P}$        $U_{r,F} \leq U_{r,P}$



*Stato di fatto*



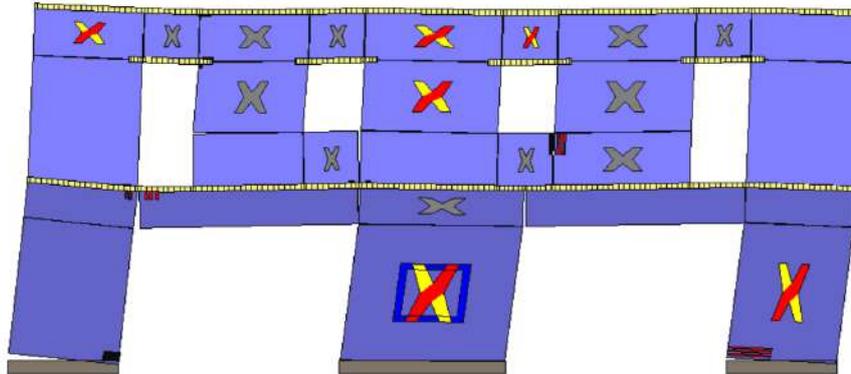
*Intervento da realizzare (stato di progetto)*



*Intervento di rafforzamento locale – cerchiatura delle aperture e intonaco armato (stato di progetto)*

13.5.2.1. ANALISI DELLA PARETE SENZA RINFORZI

Al fine di evidenziare l'influenza, sul comportamento della parete, dell'intervento di allargamento delle aperture, le prime analisi vengono condotte in assenza di rinforzi e cerchiature.



Legenda Indicators di danno sui pannelli

Fessura a taglio	Fessura a taglio richiusa	Rottura a taglio	Schiacciamento a compressione	Fessura a trazione

Quadro fessurativo nel punto di capacità strutturale (SLV)

Risultati Analisi Pushover

Taglio alla base massimo, $V_b$	437306 N
Peso sismico, $W$	1157520 N
Coefficiente di taglio alla base massimo, $C_b = V_b/W$	0.377796
Spostamento massimo del punto di controllo	0.0187025 m

Risultati analisi pushover

Dati del Sistema Bilineare Equivalente\_SLC

Massa efficace	88522.5 Kg
Rigidità efficace	82299200 N / m
Periodo efficace	0.206067 s
Spostamento di snervamento	0.00415487 m
Spostamento ultimo	0.0155825 m
$C_b$ ultimo	0,2954099
Duttilità disponibile	3,750409
Fattore di struttura, $q$	2,54967

Sistema bilineare equivalente

Stato Limite

Definizione dello stato limite	SLV
--------------------------------	-----

Capacità del Sistema

Periodo del sistema bilineare, $T^*$	0.2061 s < 0.5196 s (sistema rigido)
Spostamento accettabile allo stato limite (capacità)	1.56 cm

Richiesta del Sisma

Spettro di progetto	Da normativa
PGA richiesta allo stato limite	0.347 g
Spostamento massimo elastico richiesto, $d_{max}^*$	0.863 cm
Fattore di struttura, $q^*$	2.078
Spostamento massimo richiesto, $d_{max}^*$	1.54 cm

Stima della Vulnerabilità Sismica del Sistema

Passo dell'analisi a cui si raggiunge $d_{max}^*$	44 su 45 (contr. spostamento)
Fattore di sicurezza	100.9%

Stima della Vulnerabilità Sismica

<b>RIEPILOGO PARAMETRI DI ANALISI</b>				
<b>RISULTATI STATO DI FATTO</b>				
<b>RIGIDEZZA PARETE [KN/m]</b>	<b>RESISTENZA MAX [KN]</b>	<b>CAPACITA DI SPOSTAMENTO [cm]</b>	<b>PGA<sub>CLV</sub> CAPACITA' [g]</b>	<b>IR,min</b>
<b>167958</b>	<b>543</b>	<b>0.901</b>	<b>0.367</b>	<b>1.059</b>
<b>RISULTATI STATO DI PROGETTO SENZA INTERVENTI DI RINFORZO</b>				
<b>RIGIDEZZA PARETE [KN/m]</b>	<b>RESISTENZA MAX [KN]</b>	<b>CAPACITA DI SPOSTAMENTO [cm]</b>	<b>PGA<sub>CLV</sub> CAPACITA' [g]</b>	<b>IR,min</b>
<b>82299</b>	<b>437</b>	<b>1.56</b>	<b>0.350</b>	<b>1.008</b>
<b>VARIAZIONI</b>				
<b>-51 %</b>	<b>-19%</b>	<b>+42 %</b>	<b>&lt;</b>	<b>&lt;</b>

Come si evince dai risultati sopra riportati, la realizzazione delle due grandi aperture del piano terra, senza il rinforzo della muratura restante, nè il confinamento delle aperture stesse, mediante cerchiature, comporta una variazione in termini di rigidezza e resistenza (rigidezza -51% ; resistenza -19%) nettamente superiore ai limiti ammessi, per poter considerare l'intervento come locale. L'unico parametro che rispetta i limiti è la duttilità disponibile, dato che la capacità di spostamento della parete, nella condizione modificata, risulta maggiore della capacità di spostamento originaria.

In definitiva, se l'intervento si fosse limitato al solo allargamento delle aperture, avremmo dovuto procedere alla verifica globale dell'intero edificio, non potendo rispettare i limiti ammessi, affinché l'intervento potesse essere definito come "locale".

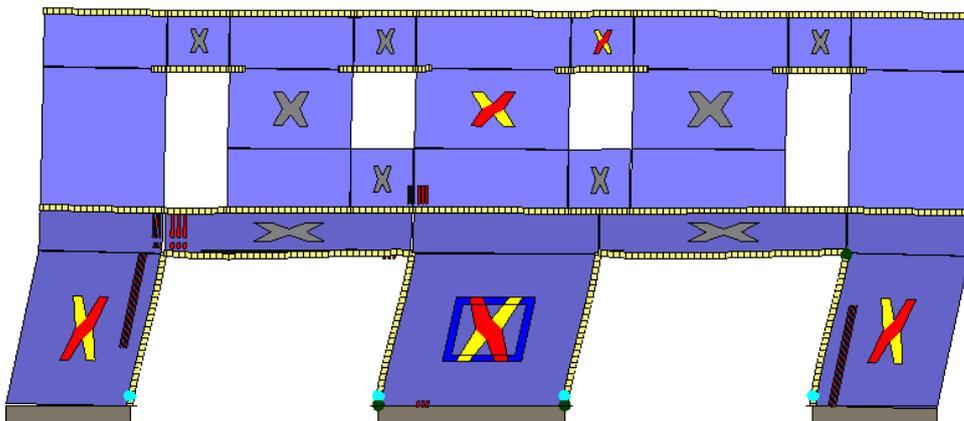
### 13.5.3. PRIMA IPOTESI: CERCHIATURE IN C.A. E RINFORZO DEI MASCHI MURARI PIANO TERRA

Nel presente paragrafo viene analizzata la parete a seguito dell'inserimento di cerchiature in c.a. e il rinforzo dei maschi murari al piano terra, al fine di recuperare la rigidezza e la resistenza perse a seguito della variazione della geometria della parete.

**I telai cerchiati in c.a.** hanno le seguenti caratteristiche meccaniche e geometriche:

- Sezioni 30x25 sia per i piedritti che l'architrave;
- Materiali da c.a. costituiti da calcestruzzo di classe C20/25 e acciaio tipo B450C.
- Armature delle sezioni costituite da 4+4Φ14 per i ferri longitudinali e 1+1 Φ14 per i ferri di parete, e staffe trasversali Φ8/10 cm.

Il rinforzo dei maschi murari al piano terra è realizzato con intonaco armato su ambo le facce. Con tale intervento le caratteristiche meccaniche della muratura, sia in termini di resistenza che di deformabilità, vengono amplificate di un fattore pari a 1.50.



*Quadro fessurativo nel punto di capacità strutturale*

Risultati Analisi Pushover	
Taglio alla base massimo, $V_b$	584859 N
Peso sismico, $W$	1181900 N
Coefficiente di taglio alla base massimo, $C_b = V_b/W$	0.494848
Spostamento massimo del punto di controllo	0.012242 m

*Risultati analisi pushover*

## Dati del Sistema Bilineare Equivalente\_SLC

Massa efficace	91127.8 Kg
Rigidezza efficace	175210000 N / m
Periodo efficace	0.143293 s
Spostamento di snervamento	0.00258446 m
Spostamento ultimo	0.0101463 m
Cb ultimo	0,3831333
Duttilità disponibile	3,925909
Fattore di struttura, q	2,617598

## Sistema bilineare equivalente

<b>Stato Limite</b>	
Definizione dello stato limite	SLV
<b>Capacità del Sistema</b>	
Periodo del sistema bilineare, T*	0.1433 s < 0.5196 s (sistema rigido)
Spostamento accettabile allo stato limite (capacità)	1.01 cm
<b>Richiesta del Sisma</b>	
Spettro di progetto	Da normativa
PGA richiesta allo stato limite	0.347 g
Spostamento massimo elastico richiesto, demax*	0.376 cm
Fattore di struttura, q*	1.454
Spostamento massimo richiesto, dmax*	0.684 cm
<b>Stima della Vulnerabilità Sismica del Sistema</b>	
Passo dell'analisi a cui si raggiunge dmax*	49 su 53 (contr. forza)
Fattore di sicurezza	148.3%

## Stima della Vulnerabilità sismica

RIEPILOGO PARAMETRI DI ANALISI				
RISULTATI STATO DI FATTO				
RIGIDEZZA PARETE[KN/m]	RESISTENZA MAX [KN]	CAPACITA DI SPOSTAMENTO [cm]	PGA <sub>CLV</sub> CAPACITA' [g]	IR,min
167958	543	0.901	0.367	1.059
RISULTATI STATO DI PROGETTO CON INTERVENTI DI RINFORZO LOCALI				
RIGIDEZZA PARETE[KN/m]	RESISTENZA MAX [KN]	CAPACITA DI SPOSTAMENTO [cm]	PGA <sub>CLV</sub> CAPACITA' [g]	IR,min
175210	584	1.01	0.488	1.40
VARIAZIONI				
+4.13 %	+7.02%	+10.79%	>	>

Come si può osservare, l'intervento realizzato mediante cerchiature in c.a in corrispondenza delle aperture di nuova realizzazione, abbinato al rafforzamento dei muri del piano terra con intonaco armato, soddisfa tutte le prescrizioni delle Norme Tecniche per le costruzioni e delle Linee guida Regionali, **pertanto, l'intervento così concepito può essere considerato di rafforzamento locale e non modifica in modo significativo il comportamento globale dell'edificio sotto azioni sismiche.**

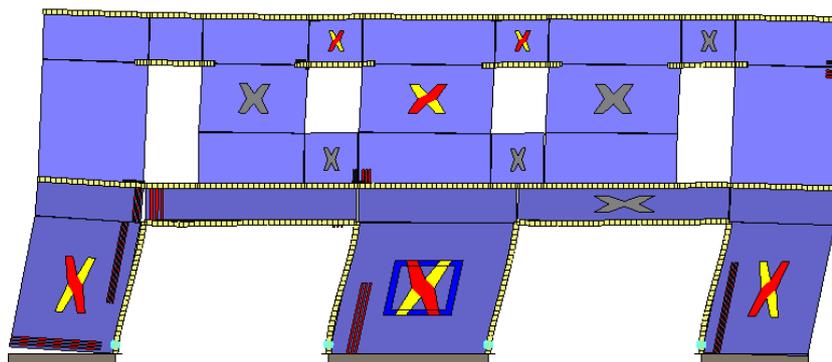
13.5.4. SECONDA IPOTESI: CERCHIATURE IN ACCIAIO E RINFORZO DEI MASCHI MURARI PIANO TERRA.

In questa seconda ipotesi di rinforzo, viene previsto:

1- l’inserimento di **due telai cerchianti in acciaio** aventi le seguenti caratteristiche meccaniche e geometriche:

- Sezioni in acciaio tipo HEA 140 accoppiati lungo lo spessore;
- Acciaio da carpenteria e del tipo S275.

2- il rinforzo dei maschi murari al piano terra con intonaco armato su ambo le facce. Con tale intervento le caratteristiche meccaniche della muratura sia di resistenza che deformabilità vengono amplificate di un fattore 1.5.



Legenda		Indicatori di danno sui pannelli		
Fessura a taglio	Fessura a taglio richiusa	Rottura a taglio	Schiacciamento a compressione	Fessura a trazione

Quadro fessurativo nel punto di capacità strutturale (SLV)

Risultati Analisi Pushover	
Taglio alla base massimo, $V_b$	582643 N
Peso sismico, $W$	1163930 N
Coefficiente di taglio alla base massimo, $C_b = V_b/W$	0.500581
Spostamento massimo del punto di controllo	0.0128889 m

Risultati analisi pushover

Dati del Sistema Bilineare Equivalente_SLC	
Massa efficace	89203.2 Kg
Rigidità efficace	159793000 N / m
Periodo efficace	0.148454 s
Spostamento di snervamento	0.00266284 m
Spostamento ultimo	0.0107248 m
Cb ultimo	0,3655745
Duttilità disponibile	4,027566
Fattore di struttura, q	2,65615

Sistema bilineare equivalente

Stato Limite	
Definizione dello stato limite	SLV
Capacità del Sistema	
Periodo del sistema bilineare, T*	0.1485 s < 0.5196 s (sistema rigido)
Spostamento accettabile allo stato limite (capacità)	1.07 cm
Richiesta del Sisma	
Spettro di progetto	Da normativa
PGA richiesta allo stato limite	0.347 g
Spostamento massimo elastico richiesto, demax*	0.411 cm
Fattore di struttura, q*	1.544
Spostamento massimo richiesto, dmax*	0.773 cm
Stima della Vulnerabilità Sismica del Sistema	
Passo dell'analisi a cui si raggiunge dmax*	47 su 53 (contr. forza)
Fattore di sicurezza	138.7%

Stima della Vulnerabilità

RIEPILOGO PARAMETRI DI ANALISI				
RISULTATI STATO DI FATTO				
RIGIDEZZA PARETE [KN/m]	RESISTENZA MAX [KN]	CAPACITÀ DI SPOSTAMENTO [cm]	PGA <sub>CLV</sub> CAPACITÀ [g]	IR <sub>min</sub>
167958	543	0.901	0.367	1.059
RISULTATI STATO DI PROGETTO CON INTERVENTI DI RINFORZO LOCALI				
RIGIDEZZA PARETE [KN/m]	RESISTENZA MAX [KN]	CAPACITÀ DI SPOSTAMENTO [cm]	PGA <sub>CLV</sub> CAPACITÀ [g]	IR <sub>min</sub>
159793	582	1.07	0.463	1.33
VARIAZIONI				
-4.86 %	+6.70%	+15.8	>	>

Come si può osservare, l'intervento della cerchiatura in acciaio, abbinato al rafforzamento dei muri del piano terra con intonaco armato, soddisfa tutte le prescrizioni delle NTC2008 e delle Linee guida Regionali, **pertanto, questa ipotesi di intervento può essere considerata un "rafforzamento locale" e non modifica significativamente il comportamento globale dell'edificio sotto azioni sismiche.**

## 13.6. CONCLUSIONI

Nei capitoli precedenti abbiamo potuto osservare come progettare e verificare un intervento di rafforzamento locale, con riferimento alle pareti in muratura per azioni nel proprio piano e soggette a modifiche di geometria della stessa, si rileva un compito molto complesso, e come esso presenti maggiori oneri rispetto agli interventi di adeguamento e miglioramento sismico dell'intero edificio. Per questi ultimi, infatti, le Norme fissano criteri ben precisi, sia in termini di individuazione dell'intervento, che in termini di indicatori di rischio, per i quali vengono stabiliti chiaramente i valori richiesti. Inoltre, il modello, in tal caso, è di tipo globale, per cui non bisogna effettuare nessuna approssimazione su geometria, materiali, carichi etc, ed ancora, essendo un intervento più oneroso è possibile avvalersi ed effettuare di indagini ad hoc sulla struttura, adottando quindi un livello di conoscenza appropriato.

Nel caso di intervento su singole pareti o porzioni di esse (parete monopiano), invece, le Norme non ci danno indicazioni su come modellare la porzione di parete che ci sovrasta e ci sostiene, sia in termini di carico che di distribuzione delle aperture. Si veda il caso classico dei condomini, nei quali non sempre è possibile per il tecnico progettista accedere alle unità abitative dei piani superiori o inferiori. . Inoltre, visto il modesto impegno economico di tali opere, effettuare una campagna d'indagini per la definizione di un livello di conoscenza adeguato potrebbe essere più oneroso dell'intervento stesso.

E' vero anche che, rispetto a quest'ultimo aspetto le Norme e in particolare alcune normative regionali ci vengono in contro consentendo di ridurre al minimo le indagini e imponendo di poter assumere un livello di conoscenza LC3.

Tutto ciò premesso, la normativa nazionale ed altre linee guida regionali dettano le condizioni per cui sia possibile definire un intervento come locale, accertando che siano verificate, per lo stato attuale e di progetto, le seguenti condizioni:

$$0.85 \text{ Rigidezza } S_{\text{ATTUALE}} \leq \text{Rigidezza } S_{\text{PROGETTO}} \leq 1.15 \text{ Rigidezza } S_{\text{ATTUALE}}$$

$$\text{Resistenza } S_{\text{PROGETTO}} \geq \text{Resistenza } S_{\text{ATTUALE}}$$

$$\text{Capacità di spostamento } SLV_{S-\text{PROGETTO}} \geq \text{Capacità di spostamento } SLV_{S-\text{ATTUALE}}$$

$$PGA_{\text{CLV-PROGETTO}} \geq PGA_{\text{CLV-ATTUALE}}$$

La verifica di tali condizioni, soprattutto la prima, risulta di notevole importanza, in quanto implica che sia possibile far riferimento al modello di parete piana, considerato che la contenuta variazione di rigidezza di quella parete non influenza le altre e quindi è possibile svincolarsi dalla verifica globale dell'intero edificio.

Le altre condizioni implicano sostanzialmente che resistenza e duttilità della parete rinforzata non peggiorino, a seguito dell'intervento locale sulla parete. Ciò permette di attuare delle condizioni di rafforzamento locale, che vadano nella direzione di un miglioramento globale dell'intera struttura.

Quindi, progettare una tipologia d'intervento locale non è affatto semplice, in quanto è necessario tarate con accuratezza tutte le scelte progettuali effettuate e verificare la struttura, utilizzando un modello che sia accurato in termini di modellazione geometrica, dei carichi, dei materiali, e che garantisca una certa affidabilità, come quello proposto utilizzando 3DMacro, e riservando alla sola fase di predimensionamento i metodi semplificati di analisi. Da qui la finalità del presente tutorial, che si pone come strumento per il professionista, al fine di indicare, in maniera semplice ed immediata, le possibili modalità di applicazione della progettazione di interventi locali, su edifici in muratura.