



"DECARBONIZZAZIONE DEL SISTEMA PORTUALE SICILIANO – PORTO DI SIRACUSA"  
CUP: G31B21004600001 – CIG: 95453120A7

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	Ing. Marco Brandaleone	IL PRESIDENTE	On. Renato Schifani
IL DIRIGENTE GENERALE	Ing. Antonio Martini	IL SEGRETARIO GENERALE	Avv. Maria Mattarella
INCARICATO DELLA PROGETTAZIONE	Ing. Nicolò Faggioni	COORDINATORE SICUREZZA PROGETTAZIONE	Arch. Luciano Franchi

Progettista incaricato:



**Azienda certificata ISO 9001:2015**  
**RINA n.5923/01/S IQNet n.IT-19510**

Sede legale:  
Piazza Roma, 19  
32045 S. Stefano di Cadore (BL)  
tel +39.0422.693511

Sede secondaria:  
Via Pietro Chiesa, 9  
16149 Genova (GE)  
tel +39.0422.693511

Raggruppamento temporaneo di imprese

Capogruppo:

Mandataria:



Responsabile di commessa:

Ing. Mario Corace

Responsabile di commessa:



Ing. Giuseppe Vito Moramarco

NOME FILE: 32016019PE0STRREL04R0			SCALA: –		PAGINA: –
TITOLO Relazione Tecnica – Parte Strutture cabine di consegna E–distribuzione e Cabina Utente				ELABORATO 32016019 PEO STR REL 04 R0	
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
0	Lug. 2025	Prima emissione	M. De Luca	E. Barattin	N. Faggioni

	<b>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</b>  <b>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</b>
 <b>REGIONE SICILIANA</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>  RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE  32016019PE0STRREL04R0 <div>Pag. 1 di 7</div>

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE GENERALE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INSERIMENTO DEL PROGETTO NEL TERRITORIO.....</b>	<b>3</b>
2.1	AREA DELL'INTERVENTO .....	3
2.2	IL TERMINAL .....	4
<b>3</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>5</b>
3.1	STRUTTURA PREFABBRICATA BOX BDM2_70P_”R1” .....	7
3.2	ELABORATO BOX BDM2 .....	7
3.3	ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE.....	7
3.4	NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17/01/2018 - CABINE MT/BT PREFABBRICATE .....	7

	<p><b>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</b></p> <p><b>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</b></p>
	<p><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p> <p>RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE</p> <p>32016019PE0STRREL04R0</p> <p>Pag. 2 di 7</p>

## 1 INTRODUZIONE GENERALE

Il presente documento costituisce la relazione descrittiva degli sviluppi progettuali definiti a partire dal Progetto di Fattibilità Tecnico Economica e modificati per effetto dei pareri conclusivi del processo di Conferenza dei Servizi, nonché dei pareri raccolti nelle opportune sedi durante i successivi incontri indetti dalla Stazione Appaltante. I principali interventi previsti a progetto sono:

- L'elettrificazione delle banchine del Porto Grande Siracusa per l'alimentazione da terra di navi da *Cruise* (di seguito anche *Cold Ironing*);
- La realizzazione di punti presa dedicati a rifornire le imbarcazioni da diporto di energia elettrica;
- La realizzazione di impianti fotovoltaici;
- L'ottimizzazione dell'illuminazione delle aree a progetto.



Nel suo complesso l'intervento si inserisce in un contesto di iniziative molto ampio promosso dalla Commissione Europea nell'ambito degli interventi tesi ad assicurare “Energia pulita nei trasporti”. Invito raccolto e sviluppato dal Governo italiano che, nell'ambito degli interventi previsti dal PNRR ha riservato importanti risorse su questo tema. Un'attenzione crescente è infatti posta a livello nazionale ed europeo sugli aspetti ambientali connessi all'attività portuale. La riduzione dei consumi energetici delle aree portuali e soprattutto la riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera, sono perseguite grazie a molteplici iniziative che portano ognuna il suo contributo.

Tra queste vi è l'elettrificazione delle banchine, anche nota sotto altri nomi quali: *Cold Ironing*, *shore to ship power*, *Alternative Maritime Power (AMP)*, *High Voltage Shore Connection (HVSC)*, etc.

L'apporto del traffico marittimo all'emissione globale di gas serra è stimato prossimo al 2,8% e quindi presenta una incidenza doppia, ad esempio, rispetto al traffico aereo; il tema acquista ancora maggiore rilevanza considerando che le previsioni di crescita dei volumi di merci spedite via nave stimano un aumento che varia dal 50% al 250% entro il 2050.

Anche il settore crocieristico è interessato ad una ripresa dei volumi, infatti, in base alle analisi della *Cruise Lines International Association (CILA)*, il 2023 ha fatto registrare un incremento del 6% del numero di passeggeri rispetto ai dati pre-pandemia mentre, lato armatori, si prevede una crescita ancora maggiore nei prossimi anni. Sono previsti infatti investimenti sulle flotte, sia per quanto riguarda il *retrofitting* dei sistemi propulsori, sia per quanto riguarda la possibilità di ricevere energia elettrica da terra nonché per la realizzazione di nuove imbarcazioni. Dal 2023 al 2028, tra le compagnie che hanno reso noti i dati a CILA, è prevista la consegna di 44 nuove imbarcazioni da crociera con l'obiettivo di aumentare la capacità di trasporto arrivando a 746.000 posti letto.

Questi dati esplicano il contributo che l'industria dei trasporti marittimi dà all'inquinamento globale e rendono altresì evidente l'interesse degli Enti, che gestiscono queste infrastrutture, nell'introduzione di soluzioni che consentano di ridurre tale contributo inquinante. Rispetto ad altri accorgimenti che vengono utilizzati per raggiungere gli obiettivi di riduzione dei consumi energetici, il *Cold Ironing* consiste nel fornire direttamente energia elettrica alle navi in ormeggio in maniera tale da consentire alle stesse di spegnere i propri generatori diesel che hanno l'effetto di contribuire all'inquinamento locale in modo significativo. Il *Cold Ironing* si pone quindi l'obiettivo di annullare integralmente le emissioni locali durante l'ormeggio ed è particolarmente efficace per i porti prossimi ad aree urbane.

	<b>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</b>  CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7
 <b>REGIONE SICILIANA</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>  RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE  32016019PE0STRREL04R0

Pag. 3 di 7

## 2 INSERIMENTO DEL PROGETTO NEL TERRITORIO

### 2.1 AREA DELL'INTERVENTO

L'area di intervento è localizzata nel settore costiero della Sicilia, nell'area urbana di Siracusa.




**Figura 1: Inquadramento territoriale del porto di Siracusa**

Il Porto di Siracusa è situato nel sud-est della Sicilia, nella zona orientale, proprio di fronte all'omonima città. La sua posizione strategica sul Mar Ionio lo rende un punto d'accesso importante per le rotte commerciali e turistiche che collegano la Sicilia con la Calabria, l'Italia continentale e anche con destinazioni internazionali. Sebbene sia corretto indicare la struttura portuale di Siracusa come porto unico, va specificato che essa si compone in realtà di tre distinte aree portuali di competenza dell'autorità marittima del comune di Siracusa. Due di queste sono il porto Grande e il porto Marmoreo (detto anche Lakkios o Piccolo), esse si trovano nei due opposti versanti dell'isola di Ortigia, dichiarata Patrimonio dell'umanità UNESCO, ma comunicano tra loro grazie ad un canale sormontato da due ponti.

La terza area si trova invece a nord della città, oltre capo Santa Panagia, nella rada omonima, ed è costituito dal porto Rifugio e dal pontile di attracco per le attività petrolchimiche; qui ha sede la Sezione Staccata Santa Panagia della capitaneria di porto di Siracusa, la cui sede centrale si trova nel Piazzale IV Novembre, all'imboccatura del porto Grande.



	<b>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</b>  <b>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</b>
 <b>REGIONE SICILIANA</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>  RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE  32016019PE0STRREL04R0 <div style="text-align: right;">Pag. 4 di 7</div>

Il complesso portuale della città di Siracusa oltre ad annoverare uno dei più importanti pontili industriali d'Europa, può ospitare nelle sue due e comunicanti aree portuali circa 1000 imbarcazioni di diversa taglia, e questo fa di Siracusa uno dei più ampi porti della nautica da diporto.

Essendo l'intera area comunale affacciata sul mare, al di là dei tre approdi maggiori ve ne sono altri di minore entità siti in periferia che fanno parte del sistema portuale del comune e vengono gestiti dal circondario marittimo di Siracusa: essi sono il porticciolo di Ognina, sito nell'omonima baia, e il porticciolo di Fontane Bianche; entrambi siti a sud della città, nei pressi di Cassibile.



## 2.2 IL TERMINAL

Il ruolo del terminal del porto di Siracusa è fondamentale per la gestione delle attività marittime e logistiche della città, poiché il porto di Siracusa è uno dei principali punti di accesso per il commercio e il trasporto nella zona orientale della Sicilia. Il terminal portuale è ben collegato alla rete stradale siciliana, con facile accesso alla SS114, la strada che collega Siracusa ad altre città siciliane. Questo rende il porto accessibile sia per il traffico commerciale che per il turismo. La vicinanza con l'aeroporto di Catania Fontanarossa, a circa 50 km, favorisce inoltre i collegamenti per merci e passeggeri. Le funzioni principali del terminal includono:

- **Trasporto merci e passeggeri:** Il terminal facilita l'arrivo e la partenza di navi merci e traghetti, gestendo il carico e scarico di merci come prodotti industriali, materie prime, container, e anche il trasporto di passeggeri tramite traghetti per destinazioni regionali.
- **Infrastrutture logistiche:** Il terminal è dotato di strutture adeguate per l'imbarco e lo sbarco di merci, tra cui banchine, gru, magazzini, e container terminal. Ciò permette una gestione efficiente dei flussi di merci sia nazionali che internazionali.
- **Attività industriali e petroliere:** Siracusa ha una forte vocazione industriale, in particolare nel settore chimico e petrolchimico. Il porto, grazie alle sue strutture e alla sua vicinanza con le raffinerie e gli impianti industriali, è essenziale per il trasporto di materie prime, prodotti petroliferi e chimici.
- **Rifornimento e manutenzione navale:** Il porto di Siracusa ospita anche attività di rifornimento di carburante e manutenzione per le navi che transitano nel Mar Ionio.
- **Turismo crocieristico:** Sebbene non sia uno dei porti più grandi per le crociere, il terminal portuale di Siracusa gestisce anche il traffico crocieristico, attirando turisti grazie alla sua posizione storica e alla vicinanza alle attrazioni culturali della città, come il Parco Archeologico della Neapolis.

L'esigenza di un utilizzo diportistico e crocieristico del Porto Grande si è manifestata sin da quando la città, negli anni 2000, si è aperta maggiormente alla sua vocazione turistica. Per questa ragione, negli ultimi anni, sono stati fatti investimenti per modernizzare il terminal e aumentarne la capacità operativa, per far fronte alla crescita del traffico commerciale e passeggeri.

Il Terminal del Porto di Siracusa è dunque una struttura vitale per l'economia locale e per la logistica regionale, con un ruolo che spazia dal supporto al trasporto commerciale alla promozione del turismo marittimo. La sua posizione strategica, unita a infrastrutture moderne e a una gestione efficiente, lo rende un punto di riferimento importante nel panorama portuale siciliano.

	<b>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</b>  <b>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</b>
 <b>REGIONE SICILIANA</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>  RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE  32016019PE0STRREL04R0 <div style="text-align: right;">Pag. 5 di 7</div>

### 3 ALLEGATI

La presente sezione illustra gli aspetti geotecnici riguardo alle sollecitazioni che la cabina elettrica di consegna e la cabina utente trasmettono al suolo.

Si prende come riferimento la relazione di calcolo della Framar -TMT S.r.l. in allegato alla presente da cui si dichiara che la massima sollecitazione al suolo è pari a 0.936 daN/cm<sup>2</sup>.

Per la determinazione della capacità portante del terreno verrà utilizzata la teoria di Brinch-Hansen adattata al caso specifico: fondazione piana isolata in terreno incoerente. La teoria viene correttamente adattata al tipo di terreno ed ai parametri geotecnici del sito (terreno coesivo o incoerente, in condizioni drenate o non drenate) considerando:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Tale formulazione viene utilizzata ogniquale volta serve definire la capacità portante ai fini delle verifiche, considerando i coefficienti relativi. Si assume pertanto una tensione limite di rottura pari a 246.3kPa ed un approccio di verifica A1-M1-R3, che porta ad una tensione limite di 109.1 kPa (1,11 daN/cm<sup>2</sup>), superiore alla massima azione pressione agente sul terreno, la verifica del carico limite risulta pertanto soddisfatta. (Valore determinato per cabina utente)

#### PRESSIONE LIMITE PER CABINA DI CONSEGNA

##### DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970) Metodo eurocode 7

Formula generale:



$$Q_{lim} = 1/2 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Dati d'ingresso:

<b>Terreno di fondazione</b>		
Coesione (c')	0	kPa
Angolo di attrito (φ')	26	°
Peso di volume terreno di fondazione (γ <sub>1</sub> )	18,0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ <sub>2</sub> )	18,0	kN/m <sup>3</sup>
Inclinazione piano campagna (β')	0	°
<b>Fondazione</b>		
Larghezza (B)	2,48	m
Lunghezza (L)	6,70	m
Profondità piano di posa (D)	0,20	m
Eccentricità dei carichi in dir B(e <sub>B</sub> )	0,00	m
Eccentricità dei carichi in dir L(e <sub>L</sub> )	0,00	m
Inclinazione piano di posa (α')	0	°
<b>Carichi inclinati</b>		
Componente orizzontale (H)	0,000	t
angolo di H con dir di L (θ')	0,000	°
Componente verticale (N)	0,100	t
Larghezza equivalente (B')	2,48	m
Lunghezza equivalente (L')	7,50	m
<b>Fattori capacità portante</b>		
N <sub>γ</sub>	10,59	
N <sub>c</sub>	22,25	
N <sub>q</sub>	11,85	
<b>Fattori forma della fondazione</b>		
s <sub>γ</sub>	0,90	
s <sub>c</sub>	1,16	
s <sub>q</sub>	1,14	
<b>Fattori inclinazione del carico</b>		
i <sub>γ</sub>	1,00	
i <sub>c</sub>	1,00	
i <sub>q</sub>	1,00	
<b>Fattori inclinazione piano di posa</b>		
b <sub>γ</sub>	1,00	
b <sub>c</sub>	1,00	
b <sub>q</sub>	1,00	
<b>Fattori inclinazione piano campagna</b>		
g <sub>γ</sub>	1,00	
g <sub>c</sub>	1,00	
g <sub>q</sub>	1,00	
<b>Fattori profondità piano di posa</b>		
d <sub>c</sub>	1,03	
d <sub>q</sub>	1,02	

Risultato:

Pressione limite (Q <sub>lim</sub> )	263,0	kPa
Coefficiente di sicurezza	2,3	
<b>Pressione ammissibile (Q<sub>amm</sub>)</b>	<b>116,4</b>	<b>kPa</b>

	<b>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</b>  <b>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</b>
 <b>REGIONE SICILIANA</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>  RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE  32016019PE0STRREL04R0 <div style="text-align: right;">Pag. 6 di 7</div>

## PRESSIONE LIMITE PER CABINA UTENTE

### DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970)

Metodo eurocode 7

Formula generale:

$$Q_{lim} = 1/2 \cdot g' \cdot B \cdot N_i \cdot s_i \cdot i_i \cdot b_i \cdot g_i + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Dati d'ingresso:



<b>Terreno di fondazione</b>		
Coesione ( $c'$ )	0	kPa
Angolo di attrito ( $\phi'$ )	26	°
Peso di volume terreno di fondazione ( $\gamma_1$ )	18,0	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume terreno sopra fondazione ( $\gamma_2$ )	18,0	kN/m <sup>3</sup>
Inclinazione piano campagna ( $\beta$ )	0	°
<b>Fondazione</b>		
Larghezza (B)	2,48	m
Lunghezza (L)	3,30	m
Profondità piano di posa (D)	0,20	m
Eccentricità dei carichi in dir B(eb)	0,00	m
Eccentricità dei carichi in dir L(el)	0,00	m
Inclinazione piano di posa ( $\alpha$ )	0	°
<b>Carichi inclinati</b>		
Componente orizzontale (H)	0,000	t
angolo di H con dir di L ( $\psi$ )	0,000	°
Componente verticale (N)	0,100	t
Larghezza equivalente (B')	2,48	m
Lunghezza equivalente (L')	3,80	m
<b>Fattori capacità portante</b>		
$N_i$	10,59	
$N_c$	22,25	
$N_q$	11,85	
<b>Fattori forma della fondazione</b>		
$s_i$	0,80	
$s_c$	1,31	
$s_q$	1,29	
<b>Fattori inclinazione del carico</b>		
$i_i$	1,00	
$i_c$	1,00	
$i_q$	1,00	
<b>Fattori inclinazione piano di posa</b>		
$b_i$	1,00	
$b_c$	1,00	
$b_q$	1,00	
<b>Fattori inclinazione piano campagna</b>		
$g_i$	1,00	
$g_c$	1,00	
$g_q$	1,00	
<b>Fattori profondità piano di posa</b>		
$d_c$	1,03	
$d_q$	1,02	

Risultato:

Pressione limite ( $Q_{lim}$ )	246,3	kPa
Coefficiente di sicurezza	2,3	
Pressione ammissibile ( $Q_{amm}$ )	109,1	kPa

Le cabine, dal punto di vista sismico, sono caratterizzate da  $V_N = 100$  anni e classe d'uso IV.

La relazione geologica evidenzia che con tali condizioni si può presentare il pericolo di liquefacibilità dei terreni qualora le tensioni dovute al carico della cabina interessino lo strato liquefacibile alla quota -4.0m. Entrambe le cabine hanno dimensione minima pari a 2.48m. Il bulbo delle pressioni, per questo tipo di fondazioni, esercita sollecitazioni non trascurabili fino alla quota pari a 1,5 volte la dimensione minima delle fondazioni per cui circa 3,8 metri, ovvero lo strato di terreno di riporto misto comprendente materiale cementizio sabbie e ghiaie con presenze di brecce centimetriche e breccia di calcareniti miste.

	<p><b>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</b></p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p>
 <p>REGIONE SICILIANA</p>	<p><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p> <p>RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE</p> <p>32016019PE0STRREL04R0</p> <p>Pag. 7 di 7</p>

### **3.1 STRUTTURA PREFABBRICATA BOX BDM2\_70P\_”R1”**

### **3.2 ELABORATO BOX BDM2**

### **3.3 ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE**

### **3.4 NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 17/01/2018 - CABINE MT/BT PREFABBRICATE**

# FRAMAR-TMT S.r.l.

25010 PONTE S. MARCO (Brescia)

STRUTTURA PREFABBRICATA

**Box BDM2\_70<sub>p</sub> – “R1”**

D.M. 17/01/2018  
*670 × 244 (cm)*

**PROGETTO e RELAZIONE di CALCOLO**



# Indice Generale

1	CARATTERISTICHE GENERALI DEL PREFABBRICATO.....	3
2	DIMENSIONI DELLA COSTRUZIONE.....	4
3	MODALITÀ di TRASPORTO e MONTAGGIO .....	4
4	MATERIALI PRESENTI e ADOTTATI.....	6
5	LE FASI OPERATIVE DEL PREFABBRICATO: VERIFICHE DELLA STRUTTURA .....	8
5.1	FASE A: VERIFICA DELLE FASI TRANSITORIE .....	9
5.1.1	SOLLEVAMENTO del PREFABBRICATO – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO.....	9
5.1.2	SOLLEVAMENTO della SOLETTA di COPERTURA – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO .....	9
5.1.3	SOLLEVAMENTO della VASCA PREFABBRICATA di FONDAZIONE .....	10
5.1.4	SOLLEVAMENTO del BOX CABINA COMPLETO .....	11
5.2	FASE B: FASE in OPERA .....	13
5.2.1	AZIONI e SOLLECITAZIONI AGENTI sulla STRUTTURA: <i>generalità</i> .....	13
5.2.2	AZIONI ESTERNE: <i>azioni della Neve - azioni permanenti e variabili considerate nelle verifiche</i> .....	14
5.2.4	AZIONI SISMICHE: <i>Generalità</i> .....	16
5.2.5	VERIFICHE STRUTTURALI .....	18
5.2.5.1	ANALISI e VERIFICA della CABINA in ELEVAZIONE .....	19
5.2.5.2	VERIFICA a FESSURAZIONE.....	32
5.2.5.3	VERIFICA a PUNZONAMENTO del FONDO-CALPESTIO ( <i>s=8cm doppia armatura</i> ) .....	34
5.2.5.4	VERIFICA SLD/SLE: SPOSTAMENTI/ROTAZIONI .....	35
5.2.5.5	VERIFICA DEI COLLEGAMENTI M12-M16, cl.8.8 .....	37
5.2.5.6	VERIFICA delle FONDAZIONI a VASCA ACCOPPIATA .....	40
5.3	AZIONI ECCEZIONALI ( <i>incendio esplosioni urti Cap. 3.6 NTC</i> ) .....	46
5.4	ALTRE PROPRIETÀ e PRESTAZIONI della COSTRUZIONE .....	46
5.5	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI.....	47
5.6	PIANO di MANUTENZIONE dell'OPERA IN C.A. ....	48

# PROGETTO del PREFABBRICATO TMT – BDM2\_70p - R1 - (mod.670) VERIFICHE STATICHE e SISMICHE della STRUTTURA

## 1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PREFABBRICATO

Il manufatto prefabbricato tipo **framar-TMT BDM2\_70p mod.670 -R1-** (670 cm × 244 cm) è essenzialmente costituito da una piccola costruzione, di forma parallelepipedica, con struttura scatolare portante (*con conformazione a cella*), realizzata in conglomerato cementizio armato. La costruzione è geometricamente conformata da una soletta di fondo e da 4 pareti verticali disposte in due direzioni ortogonali dotate di continuità strutturale a “cella”.

Le pareti sono infatti opportunamente collegate tra sé, alla loro intersezione, utilizzando barre di armatura angolare poste in corrispondenza di ogni spigolo verticale per garantire la scatolarità. Simili collegamenti strutturali sono presenti anche tra le 4 pareti e la soletta di fondo/calpestio.

La soletta di copertura è invece strutturalmente distinta dal fusto scatolare in elevazione ed è vincolata alle pareti verticali della sottostante “cella” solo con elementi di collegamento “meccanico” e pertanto senza costituire continuità delle sezioni in c.a.

L’insieme dello scatolare di elevazione e della soletta di fondo costituisce, in opera, una struttura tridimensionale scatolare completa, ad un solo piano, e con destinazione d’uso non abitativa ma solo idonea a contenere apparecchiature elettrotecniche e con rara frequentazione di tecnici specializzati.

Si evidenzia che il prefabbricato **framar-TMT BDM2\_70p R1** mod.670 risulta un modello specifico della produzione pluridecennale di cabine elettriche MT/BT della framar - TMT modello BDM2\_70p e ne ricalca in gran parte la tecnologia costruttiva prefabbricata a “cella” da tempo adottata anche con particolare riguardo alle Fasi di Trasporto, Montaggio e Sollevamento.

Il principale utilizzo del prefabbricato BDM2\_70p R1 è quello di cabina elettrica secondaria MT/BT nel rispetto dei parametri di installazione ed anche delle indicazioni tecniche riportate nelle Specifiche ENEL. In alcuni limitatissimi casi è possibile l’uso diverso del prefabbricato anche come contenitore di apparecchiature telefoniche o altra impiantistica.

La struttura portante della costruzione è realizzata completamente con calcestruzzo armato con classe di resistenza C 32/40 con inerti costituiti da sabbia e ghiaia di ottima qualità e comunque con caratteristiche meccaniche riportate di seguito nella RELAZIONE SUI MATERIALI.

Ai sensi delle NORME TECNICHE sulle COSTRUZIONI il prefabbricato **FRAMAR - TMT BDM2\_70p - R1** - in esame è da intendersi come “**MANUFATTO PRODOTTO in SERIE DICHIARATA calcolato come struttura non dissipativa con coefficiente di comportamento unitario**”.

Nelle pareti verticali dello scatolare modello “R1” è previsto l’utilizzo di una unica armatura in posizione centrale e mediante opportuni distanziatori.

Per i singoli componenti del prefabbricato è previsto lo spostamento ed il trasporto solo ed esclusivamente seguendo le prescrizioni indicate dalla framar-TMT, dalla Direzione dei Lavori nel cantiere di costruzione e soprattutto secondo le indicazioni del Coordinatore della Sicurezza del singolo cantiere di installazione del prefabbricato.

Le verifiche progettuali di seguito riportate nella RELAZIONE di CALCOLO e nel FASCICOLO dei CALCOLI sono state suddivise in due parti principali conseguenti alle FASI in cui si suppone che il manufatto prefabbricato ed i singoli componenti si trovino a partire dalla costruzione:

- **FASE A:** Fase transitoria di sollevamento, trasporto e montaggio (vedi Cap. 7.1);
- **FASE B:** Fase di esercizio in sito della costruzione (vedi Cap. 7.2).

## 2 DIMENSIONI DELLA COSTRUZIONE

Le dimensioni della costruzione scatolare portante prefabbricata risultano:

<b>L<sub>e</sub></b> [cm]	<b>B<sub>e</sub></b> [cm]	<b>H<sub>i</sub></b> [cm]	<b>Spess. Pareti</b> [cm]	<b>Spess. Soletta Fondo</b> [cm]	<b>Spess. Soletta Copertura</b> [cm]
<b>666/670</b>	<b>244</b>	<b>230/250</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Nella cabina è prevista una parete divisoria interna, collegata al box scatolare, di spessore pari a 7 cm.

*Il progetto del prefabbricato qui in esame, 670 cm × 244 cm × 250 cm (= H<sub>i</sub>), è da ritenersi valido anche per dimensioni di cabine MT/bt inferiori e, in genere, meno sollecitate. Per situazioni particolari di installazione, che necessitino di valutazioni specifiche, potranno comunque essere eseguite verifiche del tutto similari e congruenti con la specifica opera.*

## 3 MODALITÀ di TRASPORTO e MONTAGGIO

Ai sensi del c. 8 Art.9 L.n°1086/71 – uso e manutenzione ai sensi del punto 6 del D.M. M.LL.PP. 3/12/87

- Prima di provvedere al trasporto di ogni singolo manufatto che compone il prefabbricato framar - TMT BDM2\_70p -R1- provvedere al corretto posizionamento ed ancoraggio dei singoli componenti sul mezzo di trasporto onde evitare effetti dinamici.
- È tassativamente **VIETATO** sollevare il prefabbricato BDM2\_70p -R1- con il Trasformatore all'interno del prefabbricato stesso.
- Prima del sollevamento del prefabbricato il trasformatore **DEVE ESSERE RIMOSSO** dall'interno della costruzione.
- Prima di provvedere al sollevamento dei singoli componenti e/o della cabina nel suo insieme è **OBBLIGATORIO ACCERTARE L'OTTIMO STATO DEGLI ANCORAGGI** e delle **ANCORE** il loro stato di ossidazione e l'eventuale diminuzione di efficacia degli stessi.
- Prima di provvedere al sollevamento di ogni singolo componente assicurarsi che il carico sia equilibrato ed uguale su tutti i bracci del tirante.
- EVITARE qualsiasi tipo di oscillazione o l'instaurarsi di fenomeni dinamici quando i manufatti prefabbricati sono sollevati da terra.
- Proibire tassativamente la presenza di operatori nell'intorno del prefabbricato al momento del sollevamento.
- Provvedere ad azioni di sollevamento particolarmente cautelative nei casi di presa con inversione di tiro.
- È tassativamente obbligatorio l'uso di opportuno **ANELLO di INVERSIONE** per il sollevamento del prefabbricato con presa dalle ancore laterali poste sul fondo cabina.
- Provvedere ad un accurato assemblaggio degli elementi e provvedere a verificare meccanicamente ciascuna UNIONE tra pareti verticali e soletta di copertura.
- In ambiente aggressivo o salmastro sarà cura della Direzione dei Lavori provvedere ad un idoneo trattamento protettivo o pitturazione esterna ed interna del prefabbricato.

## **4 FONDAZIONE PREFABBRICATA a VASCA**

La fondazione del manufatto prefabbricato BDM2-70p -R1-, è prevista realizzata mediante l'installazione preventiva della vasca di fondazione, anch'essa prefabbricata, descritta nelle tavole in allegato.

I carichi al suolo della costruzione e le verifiche del manufatto nel complesso ed una volta effettuato il montaggio, sono esaminati di seguito nel Cap. 7.2.

Sotto la vasca di fondazione, su cui si appoggia il prefabbricato, è prevista la realizzazione di un sottofondo di base in materiale arido e drenante, ben rullato e costipato.

In alternativa è prevista la realizzazione di CLS magrone C12/15 per spessore minimo di 10 cm e/o con spessore opportunamente determinato dalla Direzione dei Lavori.

È esclusivo compito del Progettista dell'opera e del Direttore dei Lavori di verificare le fondazioni/sottofondazioni effettivamente necessarie secondo quanto previsto dalla Relazione Geologica.

## **5 PRINCIPALI NORMATIVE E DISPOSIZIONI CONSIDERATE**

Nella determinazione dei carichi di progetto e nelle verifiche statiche effettuate si sono considerate le seguenti leggi o Disposizioni indicate dall'Ente utilizzatore:

- Legge 5/11/1971 n°1086;
- Legge 2 Febbraio 1974 n°64;
- Decreto 17 Gennaio 2018 (nuove NTC 2018);
- Circolare 21/1/2019 n.7/C.S.LL.PP.;
- DG ENEL 2061 (come eventuale riferimento per le esigenze di utilizzo)
- EN 1992-1-1:2004
- EN 13369-08

## 6 MATERIALI PRESENTI e ADOTTATI

### Relazione Tecnica sulle caratteristiche, qualità e dosatura dei materiali

#### • ACCIAIO

Acciaio in barre per cemento armato **B450C** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 6 a 40 mm).

$$f_{yk} \geq f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ib})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = 1,96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{ud} = 67,5 \text{ ‰}$$

Rete di acciaio elettrosaldato costituita da barre **B450A** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 5 a 10 mm).

$$f_{yk} \geq f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ic})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = 1,96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{ud} = 22,5 \text{ ‰}$$

Acciaio tondo per c.a. idoneo a realizzare eventuali ganci ad occhiello per il sollevamento con resilienza KV (0°C)  $\geq 3,5 \text{ kg/cm}^2$  o ancore dotate di boccole solidali con barre ad aderenza migliorata della portata al sollevamento richiesta.

Acciaio laminato a caldo da carpenteria a sezione aperta secondo UNI EN 10025 - S235 ( $F_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ ) recante marchiatura CE idoneo a soddisfare le caratteristiche meccaniche indicate nella Tabella 11.3. XII del D.M. 17/1/2018 (strutture soggette a fatica in modo significativo – Riferimento D)

Saldatura degli acciai con processo codificato dalla norma UNI EN ISO 4063:2011 ed ai sensi del punto 11.3.4.5 del D.M. 17/1/2018.

Bulloni normali conformi alle classi di alta resistenza di cui alla Tabella 11.3.XIII.a e 11.3.XIII.b del D.M.17/1/2018 con viti cl 8.8 e dadi cl 8  $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$   $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

#### • CALCESTRUZZO

Conglomerato cementizio con ghiaia di varia pezzatura e sabbia accuratamente lavata e con la seguente composizione:

#### PARETI LATERALI, SOLETTE e VASCHE di FONDAZIONE in CLS – (scatolare BDM2-70p -R1-)

A- Conglomerato cementizio con ghiaia di varia pezzatura e sabbia accuratamente lavata e con la seguente composizione:

1. Cemento titolo R 425 dosato a	450 Kg/m <sup>3</sup>
2. Sabbia e Ghiaia (0-12mm) lavata UNI EN 12620 dosata a	1750 Kg/m <sup>3</sup>
3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003	200 lt./m <sup>3</sup>
Per un totale peso volumetrico pari a 2430 Kg/m <sup>3</sup> ed un <b>Rck</b> =	<b>40 N/mm<sup>2</sup></b> (408 Kg/cm <sup>2</sup> ) - <b>C32/40</b>
<b>f<sub>ck</sub> = 0.83 x Rck</b>	<b>40 N/mm<sup>2</sup> = 33.2 N/mm<sup>2</sup></b>
<b>f<sub>cd</sub> = α<sub>cc</sub> f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub> = (0.85 x 33.2) / 1.5</b>	<b>= 18.81 N/mm<sup>2</sup> (= 0.47 Rck)</b>

B- Conglomerato autocompattante con aggiunta di FILLER (SCC):

1. Cemento titolo R 425 dosato a	360 Kg/m <sup>3</sup>
2. Sabbia e Ghiaia (0-12mm) lavata UNI EN 12620 dosata a	1590 Kg/m <sup>3</sup>
3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003	170 lt./m <sup>3</sup>
4. Additivi (Lt) <sup>2</sup>	4,0 lt (tipo Compact Crete 39/P23) + gr 160 (Antifoam PI 100)
5. Filler	280 Kg
Per un totale peso volumetrico pari a 2430 Kg/m <sup>3</sup> ed un <b>Rck</b> =	<b>40 N/mm<sup>2</sup></b> (408 Kg/cm <sup>2</sup> ) - <b>C32/40</b>
<b>f<sub>ck</sub> = 0.83 x Rck</b>	<b>40 N/mm<sup>2</sup> = 33.2 N/mm<sup>2</sup></b>
<b>f<sub>cd</sub> = α<sub>cc</sub> f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub> = (0.85 x 33.2) / 1.5</b>	<b>= 18.81 N/mm<sup>2</sup> (= 0.47 Rck)</b>



Con riferimento alla Norma **EN 13369:2008** facendo riferimento alla DURABILITÀ del prodotto prefabbricato in termini di protezione della corrosione dell'acciaio le CONDIZIONI AMBIENTALI e le CLASSI DI ESPOSIZIONE previste sono:

Condizione Ambientale: Tab A.1 EN13369-08:  
Aggressività:  
Classe di esposizione EN 206-1:2006  
C.min Tab. C4.1.V DM 17/1/2018  
Ricoprimento minimo solette Tab A.2 EN13369-08

**C**  
**Aggressive**  
**XC4**  
**C32/40**  
**25 mm.** *(con tolleranze di montaggio)*

## 7 LE FASI OPERATIVE DEL PREFABBRICATO: VERIFICHE DELLA STRUTTURA

Si individuano due principali fasi operative per il manufatto prefabbricato, sia esaminando i singoli componenti del manufatto sia esaminando il complesso strutturale dei componenti assemblati (fusto in elevazione e soletta di fondo/copertura):

- **FASE A:** fase di sollevamento e trasporto dei componenti – verifiche transitorie
- **FASE B:** fase di esercizio nel sito di installazione del prefabbricato.

## 7.1 FASE A: VERIFICA DELLE FASI TRANSITORIE

Nelle fasi transitorie di sollevamento e trasporto si tengono in conto gli effetti dinamici.

### 7.1.1 SOLLEVAMENTO del PREFABBRICATO – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO

#### • CABINA COMPLETA mod.670 670 × 244 × H268 (escluso trasformatore)

Calcolo dello sforzo S nell'ancoraggio:

Peso max. della cabina P = 15500 kg

- fattore per gli angoli di trazione inclinata : b = 0.9

- fattore di distribuzione asimmetrica : e = 0.9

- fattore d'urto o di effetto dinamico (1+0.25) : y = 1,25

ai sensi del punto 2.2.1

- quantità degli ancoraggi efficienti : c = 4

Lo sforzo S nell'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

$$S = (P * y) / (b * e * c)$$

per cui:

$$S (4) = 5980 \text{ kg / ancoraggio}$$

Visto il tipo di analisi e solo per le misure BDM2a di cui sopra, al sollevamento si possono adottare posizionandole nel fondo cabina:

---

**N°4 ancoraggi** – zanca (è obbligatorio il posizionamento delle ancore simmetrico rispetto al baricentro del prefabbricato) per sollevamento tipo Art. **05.514.364** Ceccantini e C. srl con portata utile **6300** kg/ancora (o ancoraggio equivalente) con lunghezza **h = 900 mm** utilizzando idoneo Anello di Inversione del Tiro.

---

### 7.1.2 SOLLEVAMENTO della SOLETTA di COPERTURA – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO

#### • SOLETTA DI COPERTURA mod.670

Peso Proprio copertura compreso sovrastruttura = 3549 kg

Calcolo dello sforzo S nell'ancoraggio:

Peso max. della soletta P = 3348 + 201 kg (*guaina*)

- fattore per gli angoli di trazione inclinata : b = 0.9

- fattore di distribuzione asimmetrica : e = 0.9

- fattore d'urto o di effetto dinamico (1+0.25) : y = 1,25

ai sensi del punto 2.2.1

- quantità degli ancoraggi efficienti : c = 4

Lo sforzo S nell'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

$$S = (P * y) / (b * e * c)$$

per cui:

$$S (4) = 1369 \text{ kg / ancoraggio}$$

---

**N°4 ancoraggi**-zanca per sollevamento del tipo Art. **162.202** Ceccantini e C. srl con portata utile **2000** kg/ancora (*o ancoraggio equivalente*) una barra D=10 mm minimo L = 70 cm deve essere passante nella zanca, confinata all'interno di barre superiori ed inferiori trasversali e realizzata come indicato nelle tavole allegate.

---

### 7.1.3 SOLLEVAMENTO della VASCA PREFABBRICATA di FONDAZIONE

- **VASCA DI FONDAZIONE mod.670**  $(335 \times 242) + (335 \times 242)$

Calcolo dello sforzo S nell'ancoraggio:

Peso max. della singola vasca di fondazione  $P = 2984 \text{ kg}$   
- fattore per gli angoli di trazione inclinata :  $b = 0.9$   
- fattore di distribuzione asimmetrica :  $e = 0.9$   
- fattore d'urto o di effetto dinamico  $(1+0.25)$  :  $y = 1,25$   
ai sensi del punto 2.2.1  
- quantità degli ancoraggi efficienti :  $c = 4$

Lo sforzo S nell'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

$$S = (P * y) / (b * e * c)$$

per cui:

$$S (4) = 1151 \text{ kg / ancoraggio}$$

---

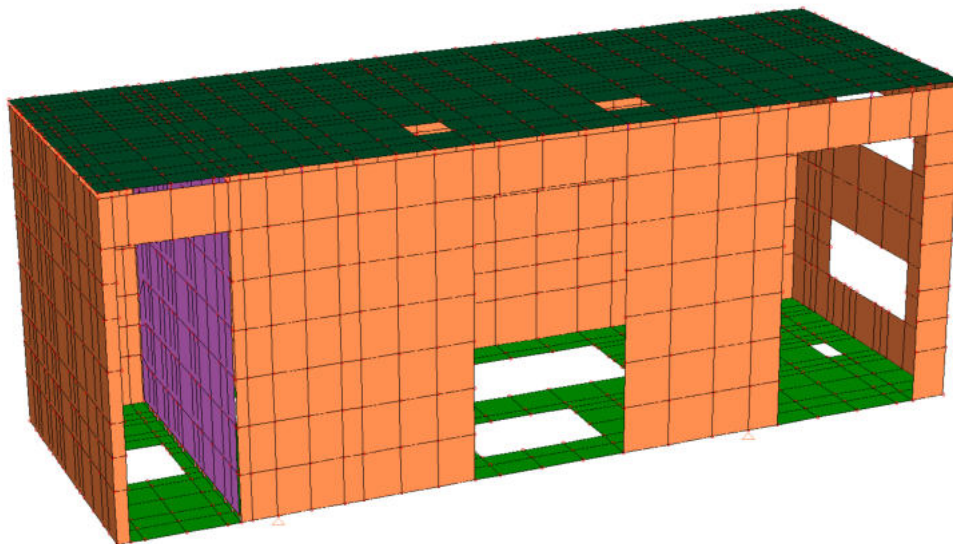
**N°4 ancoraggi**-zanca per sollevamento del tipo Art. **05.514.244** con portata utile **2500** kg/ancora utilizzando idoneo Anello di Inversione del Tiro (o ancoraggio equivalente).

---

#### 7.1.4 SOLLEVAMENTO del BOX CABINA COMPLETO

Per lo studio del sollevamento dell'intero prefabbricato si è considerato uno specifico modello di calcolo FEM in modo da individuare il comportamento del prefabbricato scatolare in tale condizione transitoria.

Si riporta di seguito l'estratto della modellazione, dove la condizione di “vincolo esterno” è rappresentata da 4 appoggi, disposti alle 2+2 estremità del fondo cella, e che corrispondono alle 4 ancore di sollevamento con portata utile di 6300 kg:

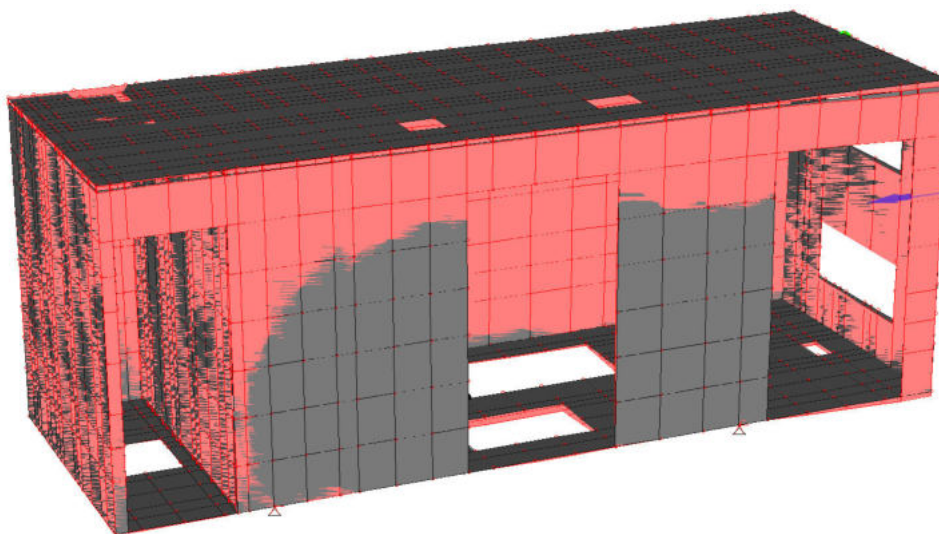


La cabina nella condizione di sollevamento è studiata, in questa fase, soggetta al peso proprio, amplificato dei coefficienti dinamici e di inversione “*b*” - “*e*” - “*y*” riportati al paragrafo precedente, e al carico delle limitate apparecchiature elettrotecniche già presenti al momento del sollevamento, stimato pari a circa 100 kg/m<sup>2</sup> sul fondo calpestio.

La condizione di carico è stata considerata in condizioni di esercizio.

Si riportano di seguito la deformata e le sollecitazioni a cui è soggetto il prefabbricato durante la fase transitoria di sollevamento.

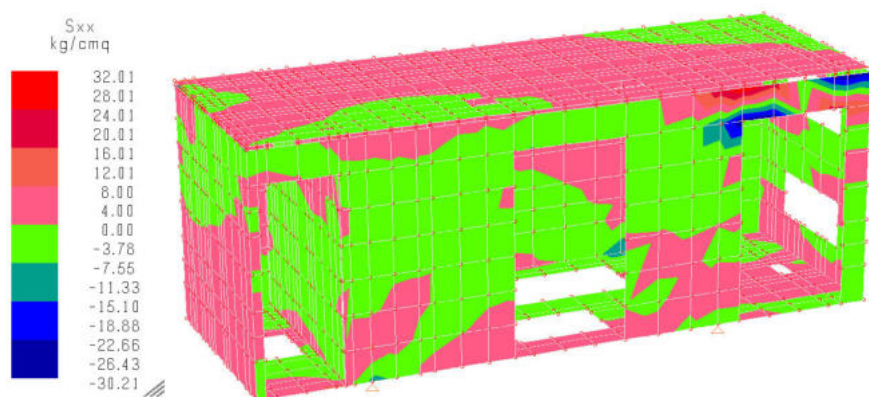
Deformata del prefabbricato al sollevamento



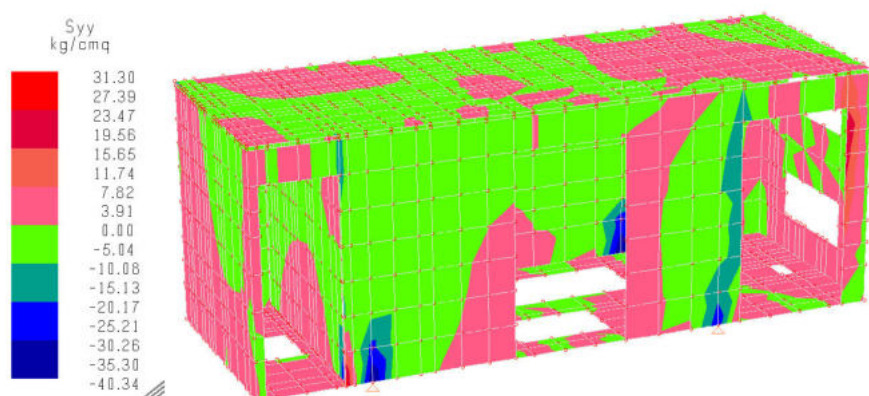
Abbassamento max. all'estremità = 0,17cm



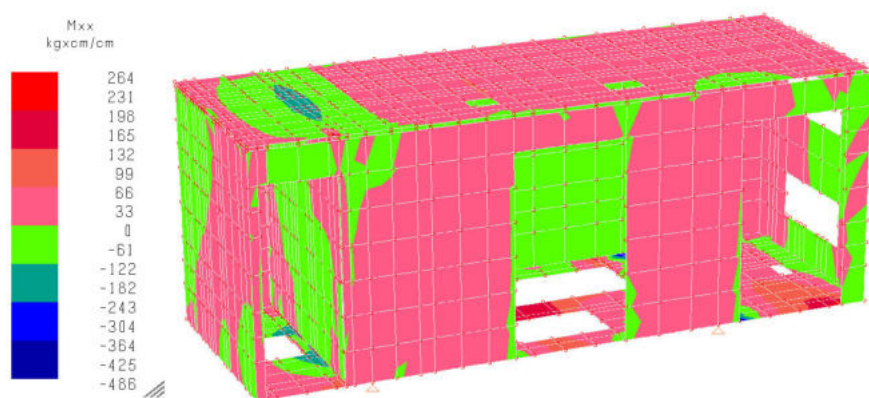
### Ente sollecitante sforzo normale $S_{xx}$ (al sollevamento)



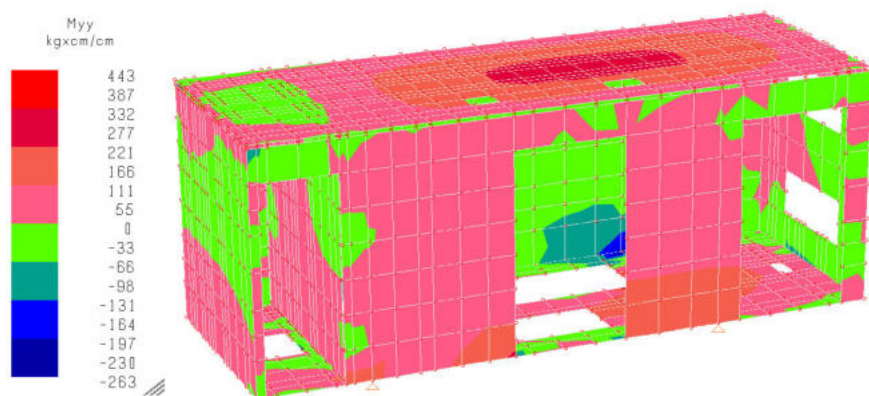
### Ente sollecitante sforzo normale $S_{yy}$ (al sollevamento)



### Ente sollecitante momento flettente $M_{xx}$ (al sollevamento)



### Ente sollecitante momento flettente $M_{yy}$ (al sollevamento)



## 7.2 FASE B: FASE in OPERA

### 7.2.1 AZIONI e SOLLECITAZIONI AGENTI sulla STRUTTURA: generalità

Per l'analisi delle sollecitazioni agenti sul prefabbricato **framar-TMT BDM2\_70p -R1-** mod.670 in oggetto vengono considerate le azioni esterne di cui alle disposizioni di Legge. Si considerano anche alcune prescrizioni aziendali ENEL, riguardanti specificamente i carichi distribuiti disposti sul fondo cabina MT/bt in esercizio, mentre per i carichi sulla copertura si utilizza il DM 17/1/2018.

Per l'analisi della struttura in elevazione posta in opera, viene analizzato di seguito lo schema statico di una costruzione scatolare a pareti verticali con dimensioni max. 670 cm × 244 cm × 250 cm (= H<sub>i</sub>), attraverso ANALISI STATICA e DINAMICA LINEARE ed utilizzando un modello strutturale di calcolo ottenuto con elementi finiti piani bidimensionali guscio/piastra caratterizzati dalla possibilità di essere soggetti anche ad azioni flettenti (*vedi modello FEM*).

La procedura di calcolo automatico utilizzata per le verifiche strutturali è MASTERSAP TOP 2022 dello Studio Software AMV srl 34077 Ronchi dei Legionari (GO). Di seguito in allegato è riportato l'Attestato ai sensi del Cap. 10 NTC.

L'analisi strutturale del prefabbricato nel suo complesso è svolta secondo i carichi NTC 2018 ed aziendali ENEL; l'analisi sismica è esaminata sempre seguendo il DM 17/01/2018 e per il sito più sismico del territorio italiano.

Si riporta in allegato il riepilogo sintetico dei parametri e delle indicazioni utilizzate nelle verifiche di calcolo effettuate elencando, oltre ai parametri generali, anche i parametri dei distinti Stati Limite indagati con analisi statica e dinamica lineare per gli spettri di risposta distinti presi in considerazione (SLV - SLD).

Negli allegati si riportano comunque le verifiche SLV e SLD.

### VITA NOMINALE, CLASSI D'USO, PERIODO di RIFERIMENTO

La struttura soggetta ad una manutenzione ordinaria è idonea allo scopo cui è preordinata di cabina elettrica di trasformazione MT/BT ed ai sensi del punto 2.4.1 del DM 17.1.2018 è prevista una Vita Nominale:

vita nominale **V<sub>n</sub> ≥ 50 anni**

In presenza di azioni sismiche la normale classe d'uso del manufatto cabina MT/BT BDM2\_70p, prevedendo presenza solo occasionale di persone al suo interno sarebbe classificabile nella Classe I di cui al punto 2.4.2 del DM 17.01.2018. Poiché comunque la cabina MT/BT potrebbe essere parte di una rete di alimentazione elettrica per costruzioni anche di Classe superiore, si considera:

classe d'uso = **Classe II** (centrali di media tensione)

Il periodo di riferimento V<sub>r</sub> della costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso C<sub>u</sub> = 1, risulta:

periodo di riferimento = **V<sub>r</sub> = 50 anni**

### 7.2.2 AZIONI ESTERNE: azioni della Neve - azioni permanenti e variabili considerate nelle verifiche

Come azioni esterne sulla costruzione esaminate nelle 2 distinte analisi di cui di seguito (*Analisi Statica e Sismica [in SLV e SLD]*), si è fatto riferimento anche all'azione Neve riportata al punto 3.4 delle NTC 2018.

L'azione statica Vento considerata è tratta dal cap. 3.3 delle NTC 2018, ma non viene riportata nella presente relazione in quanto produce enti sollecitanti minori dell'azione sismica.

#### CARICHI sulla SOLETTA DI COPERTURA

Peso Proprio Strutturale Soletta ( $s = 8 \text{ cm}$ ):	=	200	kg/m <sup>2</sup>	
Peso Proprio Permanente sovrastrutture di copertura:	=	20	kg/m <sup>2</sup>	
Carichi variabili sulla copertura Manutenzione (D.M. 17-1-18):	=	51	kg/m <sup>2</sup>	
Carichi Variabili sulla copertura Neve (DG2061 – 70p Ed.9):	=	327	kg/m <sup>2</sup>	
<hr/>				
TOTALE CARICHI VERTICALI	=	598	kg/m <sup>2</sup>	(5,87 kN/m <sup>2</sup> )

#### CARICO NEVE cap.3.4.2 DM 17.1.18 **Zona I (alpina)** $a_s = 1000 \text{ m slm}$

$$q_{sk} = 1,39 [1 + (1000/728)^2] \text{ kN/m}^2 = 401 \text{ kg/m}^2$$

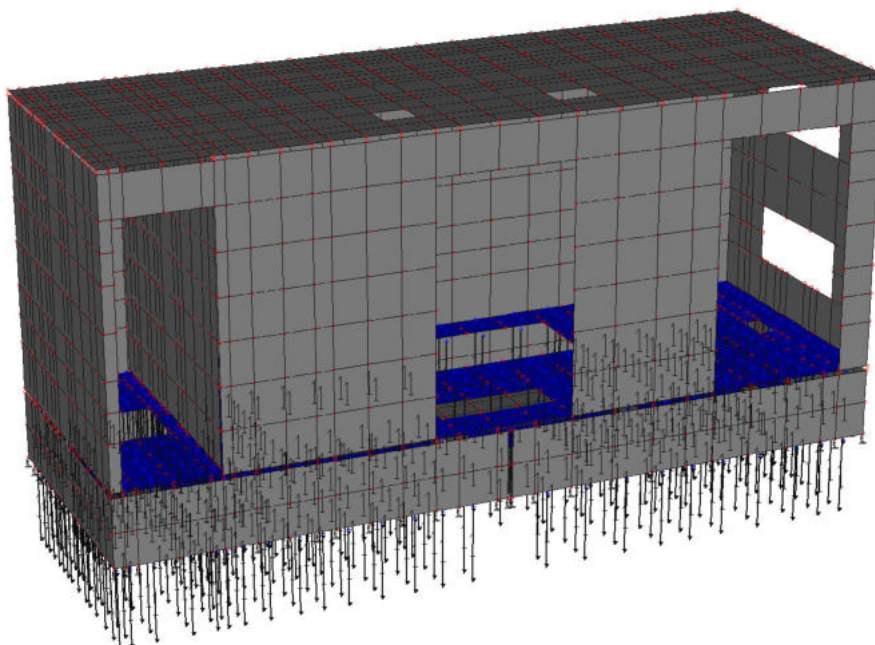
$$\mu_1 = 0,8 \quad C_E = 1 \quad C_t = 1$$

$$q_s = q_{sk} \times \mu_1 \times C_E \times C_t = 3,21 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \mathbf{327 \text{ kg/m}^2}$$

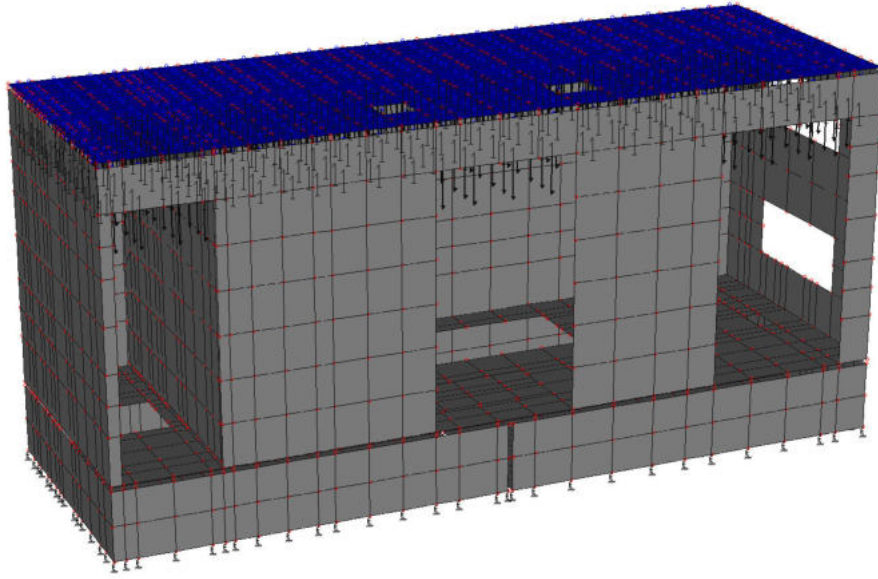
#### CARICHI sulla SOLETTA DI CALPESTIO

Peso Proprio Soletta ( $s=8\text{cm}$ ):	=	200	kg/m <sup>2</sup>	
Peso Proprio Permanente carico ENEL DG2061:	=	612	kg/m <sup>2</sup>	
Carichi Variabili sul fondo (Cat. E2, D.M. 17-1-18):	=	51	kg/m <sup>2</sup>	
<hr/>				
TOTALE CARICHI VERTICALI	=	863	kg/m <sup>2</sup>	(8,47 kN/m <sup>2</sup> )

Carico ENEL DG2061 + carico variabile sul calpestio: **612 + 51 = 663 kg/ m<sup>2</sup>**

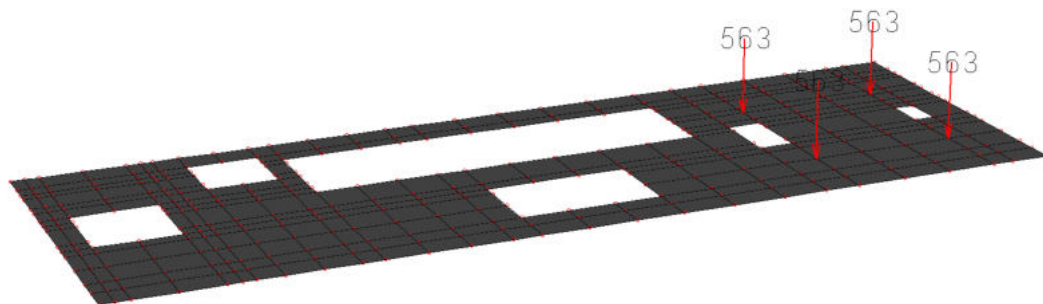


Carico neve (max.) + carico manutenzione + guaina elastomerica su copertura:  $327 + 51 + 20 = 398 \text{ kg/m}^2$



Carichi concentrati sul fondo calpestio cabina MT/bt per:

peso Trasformatore 1500 kg (*amplificato di  $\gamma_{g2} = 1,5$* ) considerato ripartito su 4 nodi/appoggi = 563 kg/nodo





#### 7.2.4 AZIONI SISMICHE: Generalità

Nel modello strutturale di verifica sismica delle strutture di elevazione, per determinare il comportamento bidimensionale a “parete” dovuto alla forma scatolare della piccola costruzione, si sono considerate nel piano verticale ed orizzontale un numero definito di ELEMENTI GUSCIO-PIASTRA con spessore  $S = 7$  cm (per le pareti verticali), con spessore  $S = 8$  cm (per la soletta orizzontale di copertura) e con spessore  $S = 8$  cm (per la soletta orizzontale di calpestio del fondo cabina). Le pareti del box scatolare sono disposte nel piano verticale in due direzioni ortogonali e sono meccanicamente collegate con la soletta di copertura.

Gli elementi guscio-piastra e le modalità di vincolo apportate al modello rappresentano al meglio il comportamento effettivo delle pareti e delle solette del prefabbricato BDM2\_70p -R1- con i vani-aperture sia nel fondo di calpestio che nelle pareti come da progetto.

Sempre nel modello strutturale di verifica FEM, in ogni angolo d'unione tra le pareti e il fondo sono stati considerati opportuni vincoli di continuità tali da simulare il comportamento previsto e di fatto realizzato, con la continuità di getto cls e di armatura.

Nella modellazione strutturale effettuata si provvede al vincolo esterno intradossale alla soletta di fondo introducendo ulteriori aste “fittizie” verticali al piede che simulano il previsto appoggio sulla vasca di fondazione dello scatolare con la verifica delle pressioni sul terreno della platea stessa.

L'azione sismica considerata nelle verifiche viene preliminarmente valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale riferendosi, secondo le NTC, non più ad una zona ma sito per sito e costruzione per costruzione. Non conoscendo a priori l'effettiva ubicazione dove verrà installato il piccolo prefabbricato, le caratteristiche del sito di riferimento per una costruzione come quella in esame sono di seguito determinate individuando l'accelerazione massima rilevabile sul territorio nazionale “ $a_g$ ” desunta direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall'INGV e con lo spettro di risposta relativo fornito dalle NTC.

Il sito del territorio nazionale che risulta avere  **$a_g$  massima** secondo i valori della Specifica ENEL DG2061 Rev.09, desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento attualmente fornita dall'INGV, ha le seguenti coordinate:

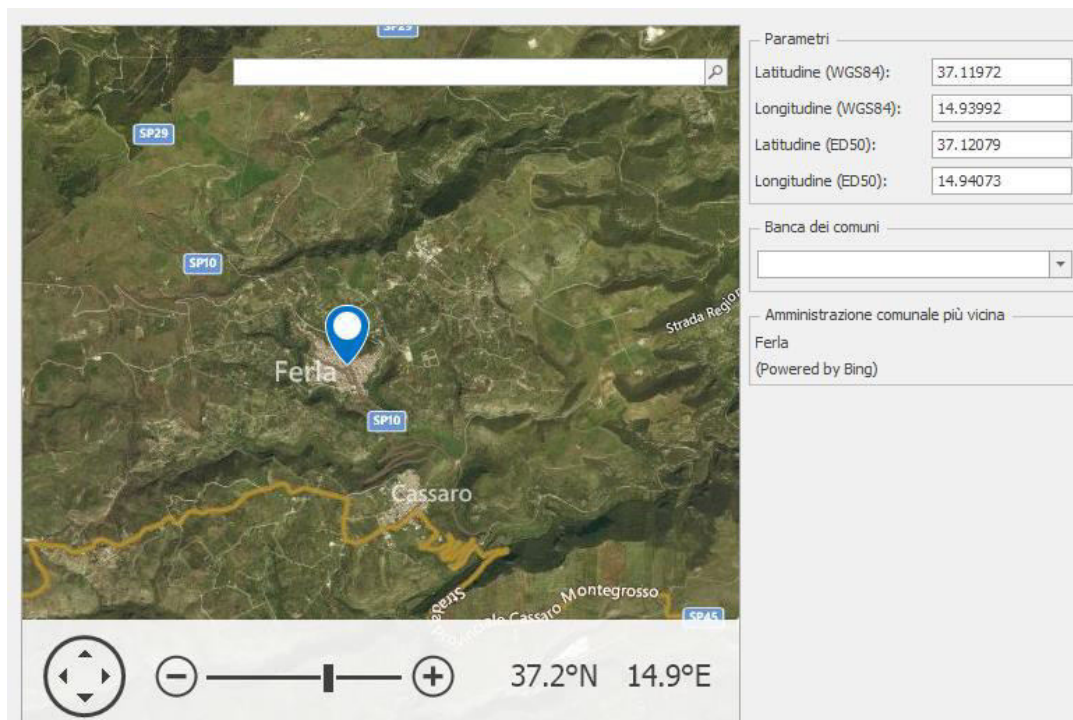
**lat: 37,11972°    long: 14,93992°**

I valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  considerati e tutte le verifiche sismiche di seguito effettuate sono pertanto riferite, convenzionalmente, a questo sito di presunta installazione, ritenendo con ciò verificata l'installazione del prefabbricato su tutto il territorio nazionale, fatto salvo particolari utilizzi o condizioni topografiche e geologico-geotecniche che prevederanno verifiche specifiche. Di seguito, per l'azione sismica sono poi determinati anche altri limiti d'uso e di installazione.

Si riporta nell'**ALLEGATO dei CALCOLI** la verifica strutturale del modello completo effettuata mediante ANALISI SISMICA con il METODO DINAMICO LINEARE e secondo le verifiche di resistenza c.a. agli SLU e SLE delle NTC 2018; ai sensi del punto 2.6.1 per gli stati limite ultimi si valutano solo gli stati limite STR.

L'analisi sismica secondo le NTC è svolta di seguito in questa relazione e poi anche nell'Allegato dei Calcoli con la Combinazione di Carico SLV e SLD.





Le verifiche sono effettuate agli stati limite indicati sopra in combinazione con i carichi esterni della neve e dei carichi permanenti e variabili. Il comportamento strutturale è valutato considerando un **comportamento “non dissipativo” con fattore unitario ( $q=1$ )**, escludendo pertanto l'utilizzo di accorgimenti quali la gerarchia delle resistenze il cui effetto può esplicarsi solo al superamento del comportamento elastico della struttura.

Si evidenzia che, nel caso di strutture “non dissipative” come quella ora considerata, non sono date dalla Norma né indicazioni né prescrizioni sul numero minimo di strati di armatura da inserire nelle pareti.

Si esclude di riportare l'azione del vento che è risultata inferiore rispetto alle azioni sismiche, di conseguenza non riportata nella presente relazione.

#### AZIONE SISMICA per SLV (indagata come “stati limite ultimi” SLU)

$T_R =$  **475 anni**  
 Sito = **lat: 37,11972 lon: 14,93992** (presso Comune di Ferla - SR)  
 Zona di Sismicità massima =  **$a_g/g = 0,2767$   $F_0 = 2,28$   $T_c^* = 0,42$**   
 Categoria di suolo di fondazione = **D**  
 Fattore Topografico = **1.4 ( $T_4$ )**

#### AZIONE SISMICA per SLD (indagata come “stati limite di esercizio” SLE)

$T_R =$  **50 anni**  
 Sito = **lat: 37,11972 lon: 14,93992** (presso Comune di Ferla - SR)  
 Zona di Sismicità massima =  **$a_g/g = 0,0673$   $F_0 = 2,52$   $T_c^* = 0,27$**   
 Categoria di suolo di fondazione = **D**  
 Fattore Topografico = **1.4 ( $T_4$ )**

## 7.2.5 VERIFICHE STRUTTURALI

Per le verifiche delle solette con doppio strato di armature e delle 4 pareti laterali a semplice strato di armature in posizione centrale, si tiene in debito conto del fatto che la struttura nel suo insieme è stata analizzata con comportamento “*non dissipativo*” per le quali la capacità delle membrature deve essere valutata in accordo con le regole di cui al par. 4.1 NTC 2018 senza requisiti aggiuntivi e verificando che nelle sezioni non si superi il momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico come definito al par. 4.1.2.3.4.2 oltre alle regole generali del par. 7.4.5.

La soletta di copertura, come rappresentato nei disegni in allegato, è costituita essenzialmente da una lastra orizzontale in c.a. prefabbricata opportunamente sagomata e solidarizzata al fusto scatolare di elevazione mediante un sistema di collegamenti meccanici aggiuntivi. La soletta di copertura, soggetta principalmente ad azioni flettenti, è prevista armata con doppio strato di armature (vedi Tav.4 e Tav.5).

La soletta di fondo/calpestio si appoggia, al suo perimetro, direttamente sulla fondazione a vasca sottostante. È strutturalmente integrata e collegata alle 4 pareti laterali con vincolo completo di incastro per realizzare la “*struttura a cella*” ed è dotata, in opera, di minimo n°3 appoggi sottovasca e messi in opera adeguatamente “*in contrasto*”. Anche la soletta di calpestio, principalmente inflessa, è prevista armata con doppio strato di armature (vedi Tav.1 e Tav.5 Sez. B-B).

L'appoggio a contrasto è tale da limitare le sollecitazioni e le inflessioni per gli ingenti carichi distribuiti ENEL DG 2061 Rev.09 (612 kg/m<sup>2</sup>) e dell'eventuale presenza del trasformatore.

La verifica strutturale sia della soletta di fondo che di copertura, costituita da doppio strato di armature, in pos. superiore ed inferiore, viene di seguito eseguita estrapolando i risultati dell'analisi strutturale sismica (SLV) e si è provveduto alla verifica delle armature e delle varie sezioni sempre con il metodo SLU confrontando le sollecitazioni agenti con quelle resistenti (*vedi indice di resistenza*).

Come rilevabile nel tabulato di calcolo, gli elementi del modello con gli enti sollecitanti più elevati, manifestano valori di indice di resistenza (sollecitazione/resistenza) < 1, verificando così gli elementi per le armature previste ed indicate negli esecutivi progettuali. A titolo esplicativo si elencano di seguito in questa Relazione le verifiche SLU e SLE più gravose (*massime e più significative*) rilevate.

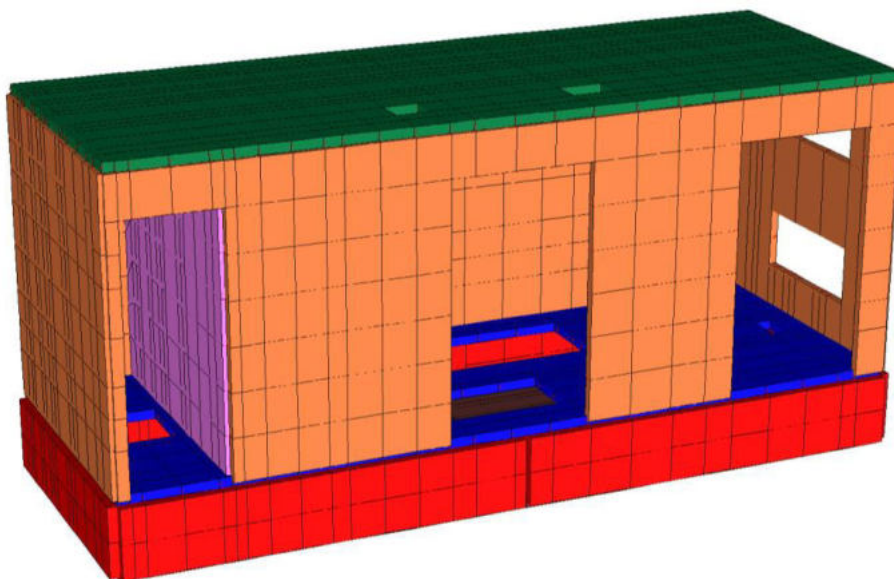
Per le 4 pareti laterali dello scatolare, considerato che è adottando, in analisi globale, un prudenziale fattore di comportamento  $q_{nd}=1$  “*non dissipativo*” (*prudenziale anche rispetto al par. 7.3.1 NTC 2018 che invece considera  $q_{nd}=1,5$* ), e considerato il limitato cimento statico della costruzione in esercizio (*vedi inviluppo sforzi normali unitari  $S_{xx}$  e  $S_{yy}$  e  $M_{xx}$  e  $M_{yy}$  di seguito a pag.25*), non si dovrà, in questo caso, rispondere obbligatoriamente al numero minimo degli strati di armatura nelle pareti. Le stesse sono pertanto verificate senza particolari prescrizioni sui dettagli costruttivi.

In conseguenza di ciò, per questa costruzione prefabbricata che ha necessità di spessori ed ingombri limitati è adottato in progetto un solo strato di armature in posizione centrale (vedi Tav.5).

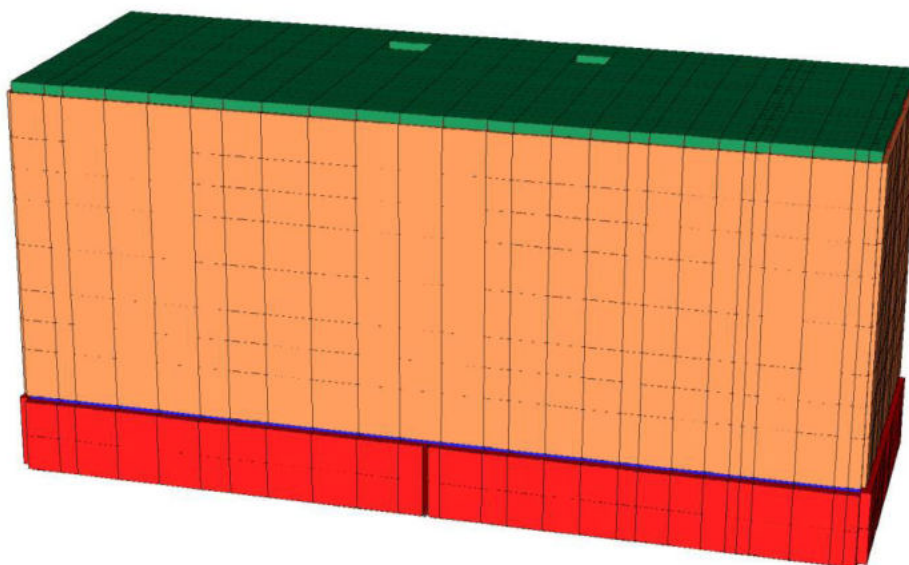
Per l'utilizzo della singola rete centrale nelle 4 pareti, nelle condizioni espresse, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Prima Sezione ha già espresso in passato un parere positivo. È ritenuto ammissibile l'adozione di un singolo strato di armatura trattandosi di manufatti prefabbricati, calcolati come strutture “*non dissipative*” con un fattore di comportamento unitario ( $q_{nd}=1$ ), caratterizzati da un sistema strutturale scatolare monopiano, con dimensioni ridotte, regolare e geometria, e per il quale tutte le membrature e i collegamenti restano in campo elastico o sostanzialmente elastico, secondo le regole e i parametri di sicurezza previsti dalle NTC2018.

### 7.2.5.1 ANALISI e VERIFICA della CABINA in ELEVAZIONE

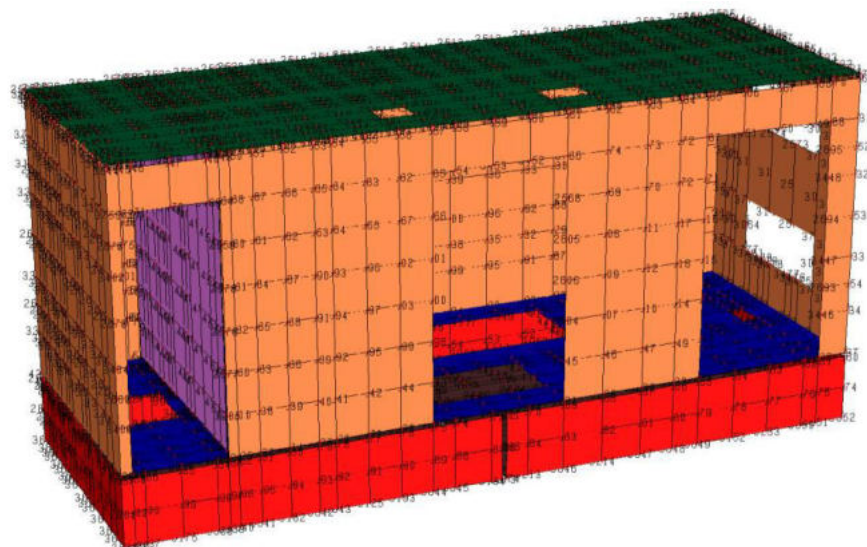
Rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, lo schema dei prefabbricati in esercizio considerato nel modello di analisi FEM e usato per la verifica della struttura è il seguente:



modello strutturale box BDM2\_70p -R1- 670x244 (*vista Fronte e Tergale*)



modello strutturale FEM della cabina BDM2\_70p -R1- 670x244 (*numerazione nodi*)





### numerazione elementi parete Lunga Principale

405/2	219/2	201/2	211/2	208/2	209/2	210/2	211/2	212/2	213/2	214/2	231/2	222/2	2423/2	2424/2	2415/2	2416/2	2417/2	2418/2	2330/2	2425/2	2426/2	2273/2	229/2
440/2			403/2	282/2	283/2	284/2	285/2	286/2	287/2	288/2					356/2	350/2	2344/2	2338/2					428/2
439/2			402/2	281/2	282/2	283/2	284/2	285/2	286/2	287/2					354/2	348/2	2342/2	2336/2					429/2
438/2			401/2	280/2	281/2	282/2	283/2	284/2	285/2	286/2					352/2	346/2	2340/2	2334/2					430/2
437/2			400/2	279/2	280/2	281/2	282/2	283/2	284/2	285/2					355/2	349/2	2343/2	2337/2					431/2
436/2			399/2	278/2	279/2	280/2	281/2	282/2	283/2	284/2					353/2	347/2	2341/2	2335/2					432/2
435/2			398/2	277/2	278/2	279/2	280/2	281/2	282/2	283/2					351/2	345/2	2339/2	2333/2					434/2
406/2			399/2	287/2	288/2	289/2	290/2	291/2	292/2	293/2													

### numerazione elementi parete Lunga Tergale

121/2	222/2	223/2	124/2	225/2	226/2	227/2	228/2	129/2	230/2	231/2	232/2	233/2	272/2	271/2	270/2	269/2	268/2	267/2	266/2	265/2	264/2	263/2	262/2	261/2
257/2	250/2	243/2	2236/2	2229/2	2222/2	215/2	2208/2	201/2	2194/2	2187/2	2180/2	273/2	234/2	236/2	238/2	240/2	242/2	244/2	246/2	248/2	250/2	252/2	254/2	256/2
258/2	251/2	244/2	2237/2	2230/2	2223/2	216/2	2209/2	202/2	2195/2	2188/2	2181/2	274/2	235/2	237/2	239/2	241/2	243/2	245/2	247/2	249/2	251/2	253/2	255/2	257/2
259/2	252/2	245/2	2238/2	2231/2	2224/2	217/2	2210/2	203/2	2196/2	2189/2	2182/2	275/2	236/2	238/2	240/2	242/2	244/2	246/2	248/2	250/2	252/2	254/2	256/2	258/2
260/2	253/2	246/2	2239/2	2232/2	2225/2	218/2	2211/2	204/2	2197/2	2190/2	2183/2	276/2	237/2	239/2	241/2	243/2	245/2	247/2	249/2	251/2	253/2	255/2	257/2	259/2
261/2	254/2	247/2	2240/2	2233/2	2226/2	219/2	2212/2	205/2	2198/2	2191/2	2184/2	277/2	238/2	240/2	242/2	244/2	246/2	248/2	250/2	252/2	254/2	256/2	258/2	260/2
262/2	255/2	248/2	2241/2	2234/2	2227/2	220/2	2213/2	206/2	2199/2	2192/2	2185/2	278/2	239/2	241/2	243/2	245/2	247/2	249/2	251/2	253/2	255/2	257/2	259/2	261/2
263/2	256/2	249/2	2242/2	2235/2	2228/2	221/2	2214/2	207/2	2200/2	2193/2	2186/2	279/2	240/2	242/2	244/2	246/2	248/2	250/2	252/2	254/2	256/2	258/2	260/2	262/2

### numerazione elementi Parete Corta Sinistra

186/2	187/2	188/2	189/2	190/2	191/2	192/2	193/2	194/2	195/2	196/2	197/2	198/2	199/2	200/2
1/2	95/2	7/2	48/2	33/2	67/2	9/2	286/2	25/2	73/2	231/2	81/2	37/2	78/2	43/2
2/2	96/2	8/2	49/2	34/2	68/2	10/2	287/2	26/2	74/2	232/2	82/2	38/2	79/2	44/2
3/2	97/2	9/2	50/2	35/2	69/2	11/2	288/2	27/2	75/2	233/2	83/2	39/2	80/2	45/2
4/2	98/2	10/2	51/2	36/2	70/2	12/2	289/2	28/2	76/2	234/2	84/2	40/2	81/2	46/2
5/2	99/2	11/2	52/2	37/2	71/2	13/2	290/2	29/2	77/2	235/2	85/2	41/2	82/2	47/2
6/2	100/2	12/2	53/2	38/2	72/2	14/2	291/2	30/2	78/2	236/2	86/2	42/2	83/2	48/2
185/2	184/2	183/2	182/2	181/2	180/2	179/2	178/2	177/2	176/2	175/2	174/2	173/2	172/2	171/2

### numerazione elementi Parete Corta Destra

511/2	504/2	497/2	518/2	517/2	516/2	515/2	514/2	513/2	512/2	511/2	510/2	509/2	508/2	507/2
519/2	503/2	496/2												494/2
509/2	502/2	495/2												493/2
508/2	501/2	494/2	448/2		450/2		451/2		490/2	470/2	472/2	495/2		
507/2	500/2	493/2	449/2		452/2		453/2		489/2	469/2	471/2	494/2		
506/2	499/2	492/2							488/2	468/2	470/2	493/2		
505/2	498/2	491/2							487/2	467/2	469/2	492/2		
498/2	497/2	496/2	441/2	442/2	443/2	444/2	445/2	446/2	447/2	448/2	449/2	450/2	451/2	452/2

## numerazione elementi di Parete Interna

80/4	92/4	85/4	78/4	71/4	64/4	57/4	50/4	43/4	36/4	29/4	22/4	15/4	8/4	1/4
85/4	91/4	84/4	77/4	70/4	63/4	56/4	49/4	42/4	35/4	28/4	21/4	14/4	7/4	180/4
87/4	93/4	83/4	76/4	69/4	62/4	55/4	48/4	41/4	34/4	27/4	20/4	13/4	6/4	185/4
86/4	89/4	82/4	75/4	68/4	61/4	54/4	47/4	40/4	33/4	26/4	19/4	12/4	5/4	184/4
85/4	88/4	81/4	74/4	67/4	60/4	53/4	46/4	39/4	32/4	25/4	18/4	11/4	4/4	182/4
84/4	87/4	80/4	73/4	66/4	59/4	52/4	45/4	38/4	31/4	24/4	17/4	10/4	3/4	181/4
83/4	86/4	79/4	72/4	65/4	58/4	51/4	44/4	37/4	30/4	23/4	16/4	9/4	2/4	180/4

## numerazione elementi di Copertura

3040/3334/3	324/3298/3	284/3209/3	254/3239/3	224/3269/3	195/3180/3	165/3150/3	135/3121/3	106/391/3	76/361/3	46/331/3	16/31/3	1/3		
3041/3374/3	379/3304/3	285/3279/3	255/3249/3	225/3219/3	196/3161/3	166/3131/3	136/3102/3	107/382/3	77/347/3	47/317/3	27/32/3	1/3	2/3	
3046/3375/3	388/3304/3	286/3271/3	256/3241/3	226/3211/3	187/3152/3	157/3122/3	137/393/3	108/363/3	78/333/3	48/33/3	3/3	4/3	3/3	
3046/3376/3	381/3309/3	287/3272/3	257/3242/3	227/3212/3	188/3153/3	158/3123/3	138/394/3	109/364/3	79/334/3	49/33/3	4/3	5/3	4/3	
3047/3377/3	382/3305/3	286/3273/3	258/3243/3	228/3213/3	189/3154/3	159/3124/3	139/395/3	110/365/3	80/335/3	50/33/3	5/3	6/3	5/3	
3048/3378/3	383/3306/3	289/3274/3	259/3244/3	229/3214/3	190/3155/3	160/3125/3	140/396/3	111/366/3	81/336/3	51/33/3	6/3	7/3	6/3	
3046/3335/3	325/3304/3	288/3275/3	260/3245/3	230/3215/3	191/3156/3	161/3126/3	141/397/3	112/367/3	82/337/3	52/33/3	7/3	8/3	7/3	
3046/3336/3	326/3304/3	281/3276/3	261/3246/3	231/3216/3	192/3157/3	162/3127/3	142/398/3	113/368/3	83/338/3	53/33/3	8/3	9/3	8/3	
3047/3337/3	327/3305/3	282/3277/3	262/3247/3	232/3217/3	193/3158/3	163/3128/3	143/399/3	114/369/3	84/339/3	54/33/3	9/3	10/3	9/3	
3048/3338/3	328/3306/3	283/3278/3	263/3248/3	233/3218/3	194/3159/3	164/3129/3	144/3100/3	115/365/3	85/337/3	55/33/3	10/3	11/3	10/3	
3046/3339/3	329/3306/3	284/3279/3	264/3249/3	234/3219/3	195/3160/3	165/3130/3	145/3101/3	116/366/3	86/338/3	56/33/3	11/3	12/3	11/3	
3048/3340/3	330/3307/3	285/3280/3	265/3250/3	235/3220/3	196/3161/3	166/3131/3	146/3102/3	117/367/3	87/339/3	57/33/3	12/3	13/3	12/3	
3048/3341/3	331/3308/3	286/3281/3	266/3251/3	236/3221/3	197/3162/3	167/3132/3	147/3103/3	118/368/3	88/340/3	58/33/3	13/3	14/3	13/3	
3048/3342/3	332/3309/3	287/3282/3	267/3252/3	237/3222/3	198/3163/3	168/3133/3	148/3104/3	119/369/3	89/341/3	59/33/3	14/3	15/3	14/3	
3048/3343/3	333/3310/3	288/3283/3	268/3253/3	238/3223/3	199/3164/3	169/3134/3	149/3105/3	120/365/3	90/342/3	60/33/3	15/3	16/3	15/3	

## numerazione elementi Soletta Calpestio

30724/124/1	23/1128/1	19/118/1	17/116/1	15/114/1	13/112/1	11/110/1	9/18/1	6/17/1	5/14/1	3/12/1	2/11/1	1/1		
30725/1251/1	268/1268/1	222/1188/1	185/1165/1	164/1138/1	129/1128/1	127/1126/1	102/196/1	59/149/1	46/141/1	27/128/1				
30726/1253/1	252/1267/1	203/189/1					103/197/1	59/150/1	57/142/1	28/1				
30727/1255/1	254/1268/1	234/190/1					104/198/1	62/161/1	60/143/1	29/1				
30728/1257/1	256/1269/1	235/191/1					110/199/1	65/164/1	63/144/1	30/1				
30729/1149/1	139/1270/1	203/1192/1					111/1100/1	68/167/1	65/145/1	31/1				
30730/1	270/1267/1	205/1193/1					112/1101/1	71/170/1	68/146/1	32/1				
30731/1	271/1268/1	207/1194/1					113/1102/1	74/173/1	72/147/1	33/1				
29929/1	272/1269/1	208/1195/1	169/1168/1	167/1167/1	125/1124/1	123/1122/1	121/1114/1	77/176/1	75/134/1					
29930/1	273/1270/1	211/1196/1	172/1171/1	170/1169/1	133/1132/1	131/1130/1	142/1141/1	115/189/1	79/178/1	61/135/1				
29931/1138/1	137/1271/1	213/1197/1	175/1174/1	173/1169/1			144/1143/1	118/193/1	82/181/1	62/136/1				
29932/1259/1	258/1272/1	215/1198/1	178/1177/1	176/1169/1			145/1145/1	117/196/1	85/194/1	63/137/1				
29933/1261/1	260/1273/1	217/1199/1	180/1179/1	181/1161/1			146/1147/1	118/197/1	88/198/1	64/138/1				
29934/1263/1	262/1274/1	219/1200/1	184/1183/1	182/1182/1	136/1135/1	134/1133/1	150/1149/1	119/1100/1	92/191/1	66/139/1				
29935/1265/1	264/1275/1	221/1201/1	187/1186/1	185/1183/1	155/1154/1	153/1152/1	151/1151/1	120/1109/1	95/194/1	69/140/1				

I parametri di progetto considerati nel calcolo di verifica della struttura scatolare di elevazione per la condizione di carico sismica al SLV e SLD, sono i seguenti:

## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	<b>BDM2 670 R1-70P</b>
Intestazione del lavoro	<b>BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla</b>
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kg
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC-2018

### NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Localita'	Ferla (SR)
Longitudine (WGS84)	14.9399
Latitudine (WGS84)	37.1197
Categoria del suolo	D
Coefficiente topografico	1.4
Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	5%
Numero di frequenze	100
Comportamento strutturale	NON Dissipativo

### PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag*S) (m/s^2)
SLO	30	0.0458	2.5500	0.28	2.38	1.80	1.132
SLD	50	0.0673	2.5200	0.27	2.41	1.80	1.664
SLV	475	0.2767	2.2770	0.42	1.93	1.45	5.529
SLE	475	0.2767	2.2770	0.42	1.93	1.45	5.529
SLC	975	0.4002	2.3310	0.48	1.81	1.00	5.500

### STATO LIMITE ULTIMO

Fattore di comportamento q per sisma orizzontale	<b>qor=1</b>
--	--------------

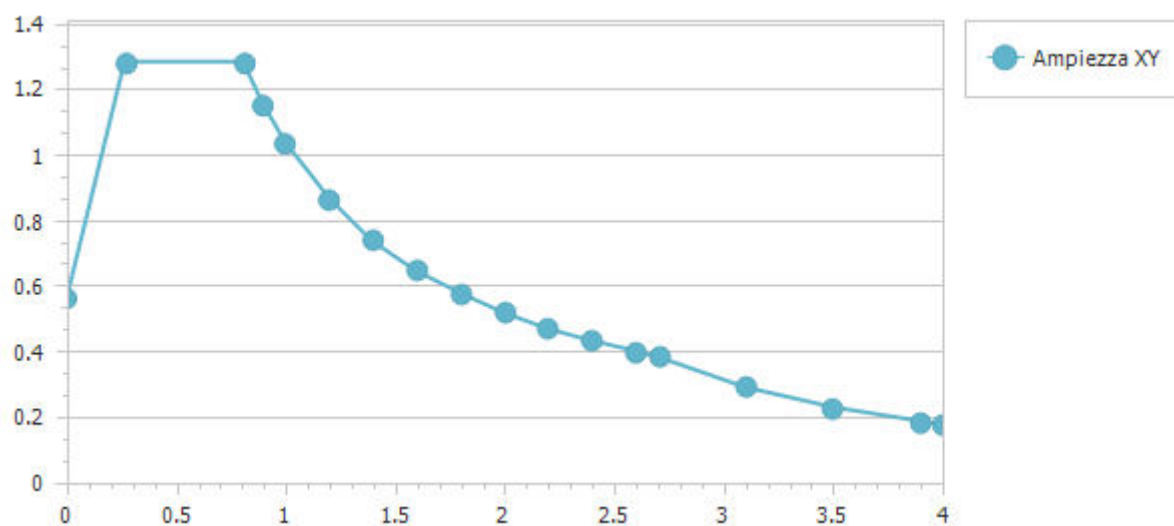
### STATO LIMITE DI DANNO

Fattore di comportamento q per sisma orizzontale	<b>qor=1</b>
Coeff.moltiplicativo sisma	1.000

### PARAMETRI SISMICI

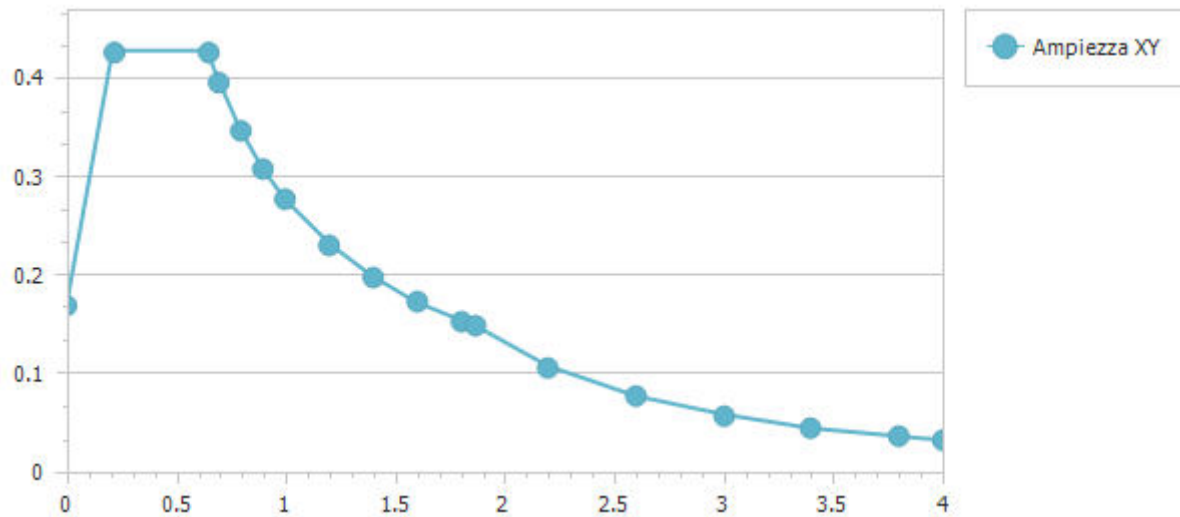
Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
$\lambda$	0.3
$\mu$	0.3

### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (SLV)



Num.	Periodo	Ampezza XY
1	0.000	0.564
2	0.270	1.283
3	0.810	1.283
4	0.900	1.155
5	1.000	1.040
6	1.200	0.866
7	1.400	0.743
8	1.600	0.650
9	1.800	0.578
10	2.000	0.520
11	2.200	0.473
12	2.400	0.433
13	2.600	0.400
14	2.707	0.384
15	3.100	0.293
16	3.500	0.230
17	3.900	0.185
18	4.000	0.176

### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (SLD)



Num.	Periodo	Ampiezza XY
1	0.000	0.170
2	0.217	0.427
3	0.650	0.427
4	0.700	0.397
5	0.800	0.347
6	0.900	0.308
7	1.000	0.278
8	1.200	0.231
9	1.400	0.198
10	1.600	0.173
11	1.800	0.154
12	1.869	0.149
13	2.200	0.107
14	2.600	0.077
15	3.000	0.058
16	3.400	0.045
17	3.800	0.036
18	4.000	0.032



COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 2	0.800
			Variabile: Neve	Condizione 4	0.000
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	1.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 2	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 4	1.500

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	1.000
			Variabile: Magazzini	Condizione 2	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 4	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 2	0.900
			Variabile: Neve	Condizione 4	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 2	0.800
			Variabile: Neve	Condizione 4	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 2	0.800
			Variabile: Neve	Condizione 4	0.000

L'insieme strutturale scatolare della costruzione Framar-TMT BDM2\_70p mod.670 è costituito e modellato da elementi bidimensionali in c.a. verticali di spessore  $S=7$  cm assemblati ed uniti con un collegamento strutturale sufficientemente duttile e tali da resistere adeguatamente alle azioni verticali (secondo DG ENEL e NTC 2018) e per azioni sismiche rilevabili nel:

- Sito Sismicità: **sito con sismicità massima** (*Ferla – SR*)  
lat: **37.11972** long: **14.93992**

Nel modello strutturale di calcolo, per determinare il comportamento bidimensionale a “parete” della costruzione si sono considerate nel piano verticale un numero definito di ELEMENTI GUSCIO-PIASTRA, che rappresentano al meglio il comportamento effettivo delle singole pareti.

La soletta inferiore è rigidamente vincolata con incastro alle pareti laterali e appoggiata sulla vasca di fondazione.

Si riporta di seguito il calcolo sismico effettivo del modello verificato (carichi Enel + Azione Sismica e Carichi D.M.2018) effettuato mediante analisi sismica con METODO STATICO e DINAMICO utilizzando i parametri sismici di cui al prospetto riportato sopra.

Si riportano di seguito le rappresentazioni delle sollecitazioni “momento flettente” e “sforzi normali” mediante rappresentazioni di involuppo degli stessi enti sollecitanti.

In particolare, si riporta:

Per la verifica SLV+SLU:

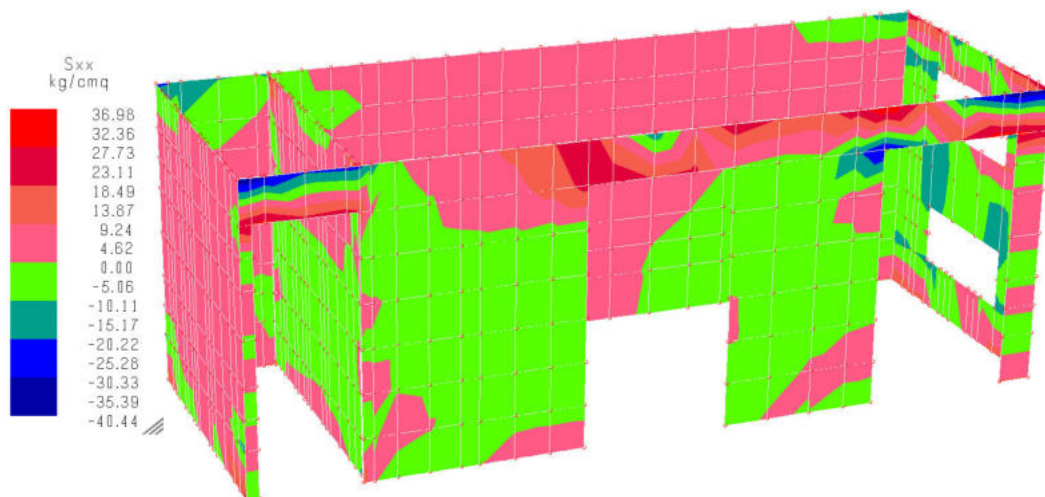
- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{yy}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{yy}$

Per la verifica SLD+SLE:

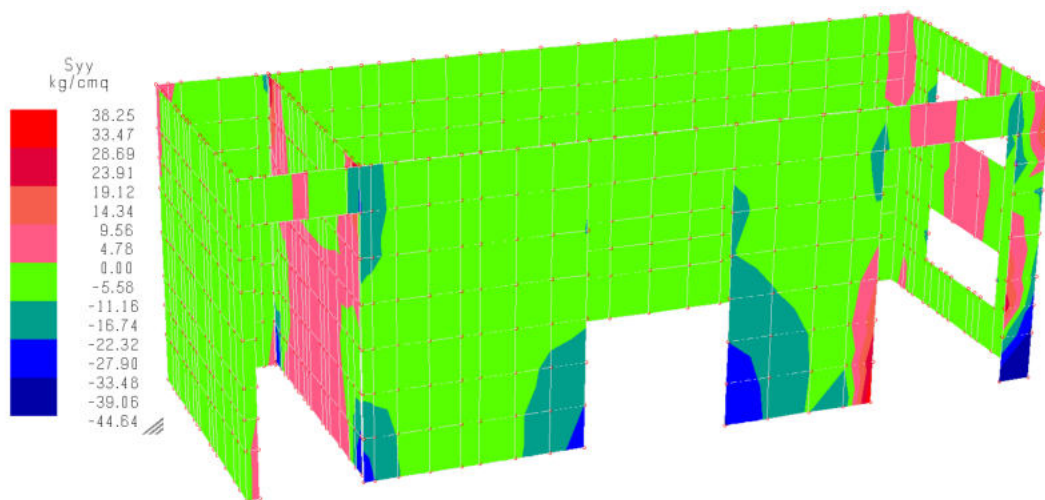
- Deformazioni parete (*parete più deformata*)
- Deformazioni soletta di calpestio
- Deformazioni soletta di copertura

## PARETI VERTICALI

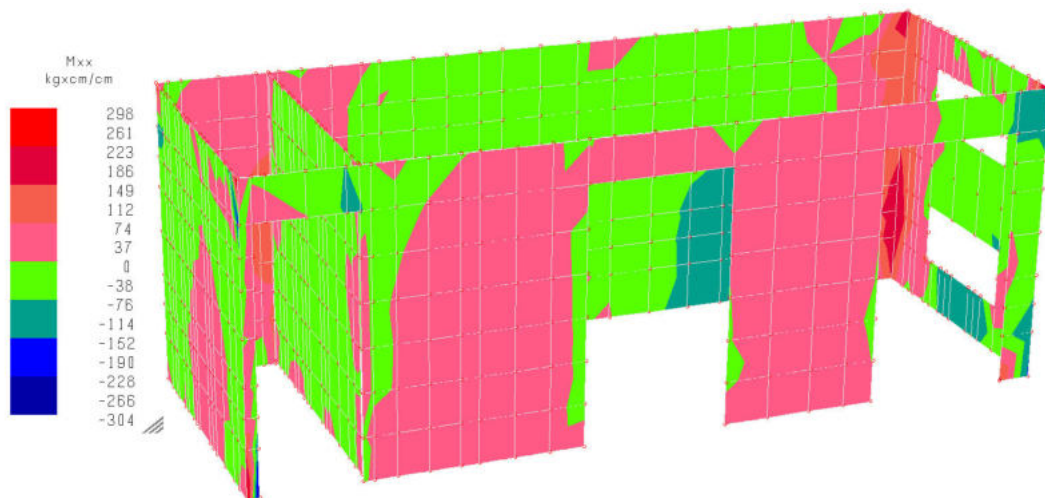
Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{xx}$



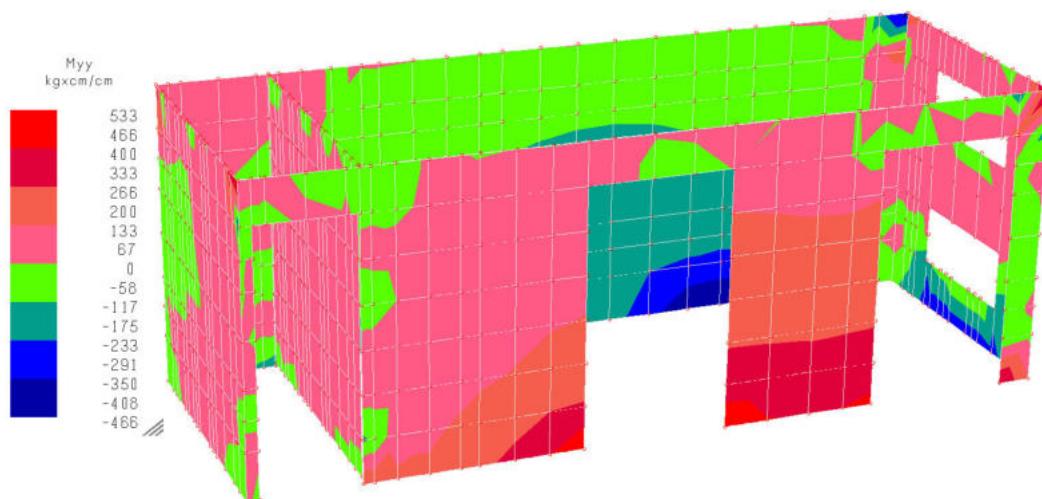
Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{yy}$



Involuppo ente sollecitante momenti  $M_{xx}$



## Inviluppo ente sollecitante momenti Myy



## Verifica SLU elemento con ente sollecitante Myy (estratto elemento più sollecitato)

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
 Elem.: **GUSCIO (parete)** Gruppo: **2** Tabella: **Muri Spessore 7**  
 Descrizione: **Pareti**  
 Rck: **400.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Copriferro: **3.4** cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (\$7.4.1 NTC2018)  
 Spessore: **7.0** cm Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 Diam. vertic.: **5** mm Passo vertic.: **20** cm  $\rho$  vertic.: **0.28** % Diam. agg. vertic.: **8** mm Passo agg. vertic.: **20** cm  
 Diam. orizz.: **5** mm Passo orizz.: **20** cm  $\rho$  orizz.: **0.28** % Diam. agg. orizz.: **8** mm Passo agg. orizz.: **20** cm

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	V	Ao	Av	Indice di resistenza		Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	cmq/20 cm	cmq/20 cm	N, M	Bielle	
345 1A	389	2	484	30	295	0.39	0.39	0.92	0.07	
345 1B	-451	2	-951	30	295	0.39	0.39	0.41	0.07	
345 1C	389	11	484	72	295	0.39	1.40	0.55	0.07	
345 1D	-451	11	-951	72	295	0.39	0.39	0.97	0.07	
345 1I	646	2	1242	25	366	0.39	1.40	0.22	0.09	
345 1J	-708	2	-1709	25	366	0.39	0.39	0.27	0.08	
345 1K	646	10	1242	76	366	0.39	1.40	0.66	0.09	
345 1L	-708	10	-1709	76	366	0.39	0.39	0.81	0.08	
345 2	-45	8	-494	65	52	0.39	0.39	0.98	0.01	

Spess.= 7.0 cm Ao= -- Av= 2 d 8/20 ( e arm. base nelle due direzioni )

## CALCOLO PER ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (par. 10.2 NTC2018)

Unita' di misura delle forze:	kg
Unita' di misura delle lunghezze:	cm
Tensioni espresse in:	kg/cm <sup>2</sup>
Normativa:	NTC-2018
Versione:	Edifici nuovi
Tipologia:	No minimi
Rck:	300.0
fyk:	4580.0
Tensione di calcolo calcestruzzo a pressotensoflessione:	-141.1
Tensione di calcolo acciaio a pressotensoflessione:	3982.6
Tensione di calcolo a compressione calcestruzzo per taglio e torsione:	-141.1
Tensione di calcolo a trazione calcestruzzo:	11.9
Tensione di calcolo per l'armatura trasversale per taglio e torsione:	3982.6

### DATI GEOMETRICI, ARMATURE E SOLLECITAZIONI

Sezione tipo:	Rettangolare piena
Base:	22.000
Altezza:	7.000

Armature superiori		
num. barre	f (mm)	copriferro (cm)
1	5.0	3.4

Armature inferiori		
num. barre	f (mm)	copriferro (cm)
1	5.0	3.4

Sforzo normale N:	484.000
Momento flettente:	3000.000
Taglio:	64.900

### RISULTATI VERIFICA A TENSOFLESSIONE (Calcolo sostanzialmente elastico)

Metodo di calcolo IR s.l.u. proporzionale a N, Mx, My

Risultati finali derivanti dalla condizione:  
Massima deformazione calcestruzzo, Epsyd per acciaio

Indice di resistenza allo s.l.u.:	0.95
Campo di rottura della sezione:	2

Sollecitazioni resistenti	
Sforzo normale:	507.751
Momento flettente:	3148.394

Distanza asse neutro dal bordo compresso:	1.001
---	-------

	Calcestruzzo		Acciaio	
	Tensioni	deformazioni (%)	Tensioni	deformazioni (%)
bordo superiore:	-84.21	-0.07	3676.16	0.18
bordo inferiore:	Allungamento	0.44	3982.60	0.19

### RISULTATI VERIFICA A TAGLIO

#### Verifica senza armatura trasversale

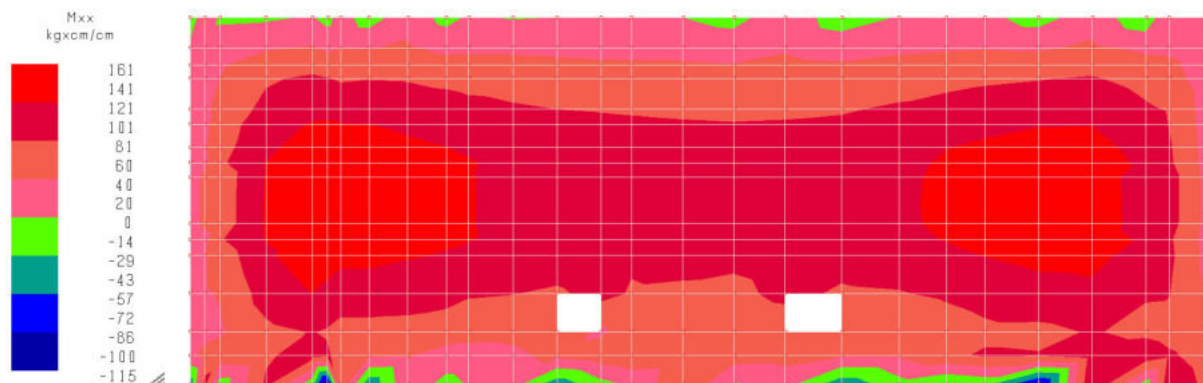
Taglio res. ultimo (VRd):	395.006
Indice di resistenza:	0.16

#### Verifica delle bielle compresse

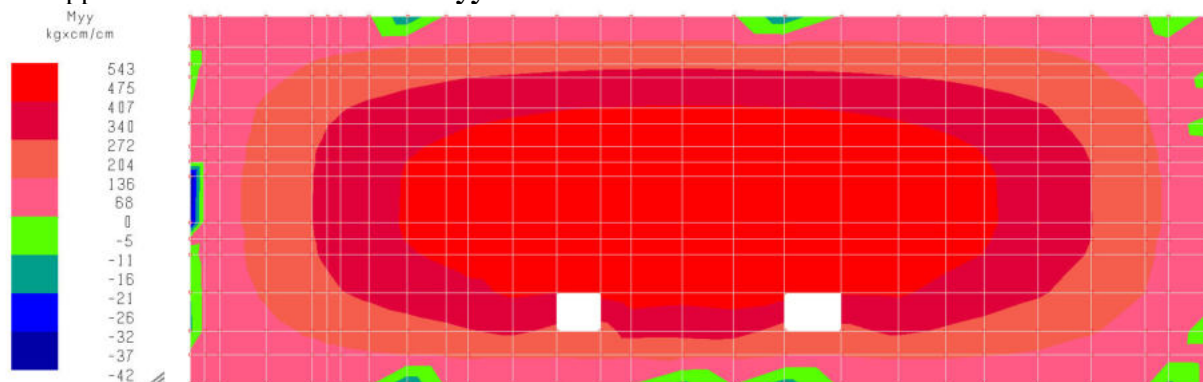
Taglio resistente ultimo (VRcd):	1733.948
ctg (J):	2.50
Indice di resistenza:	0.04

## SOLETTA di COPERTURA

### Inviluppo ente sollecitante momenti $M_{xx}$



### Inviluppo ente sollecitante momenti $M_{yy}$



### Verifica SLU elemento con ente sollecitante $M_{yy}$ (estratto elemento più sollecitato)

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
Elem.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **3** Tabella: **SOLETTE**  
Descrizione: **Copertura**  
Rck: **400.00** kg/cm<sup>2</sup> fyk: **4580.0** kg/cm<sup>2</sup> Copriferro sup.: **2.5** cm Copriferro inf.: **2.5** cm  
Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (\$7.4.1 NTC2018)  
Coeff. di partecipazione  $M_{xy}$ : **0.50** Coeff. di partecipazione  $S_{xy}$ : **0.50**  
dxx base sup.: **5** mm dxx base inf.: **5** mm pxx: **20** cm dxx agg.: **8** mm pxx agg.: **90** cm  
dyy base sup.: **5** mm dyy base inf.: **5** mm pyy: **20** cm dyy agg.: **8** mm pyy agg.: **90** cm  
Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi  
Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**

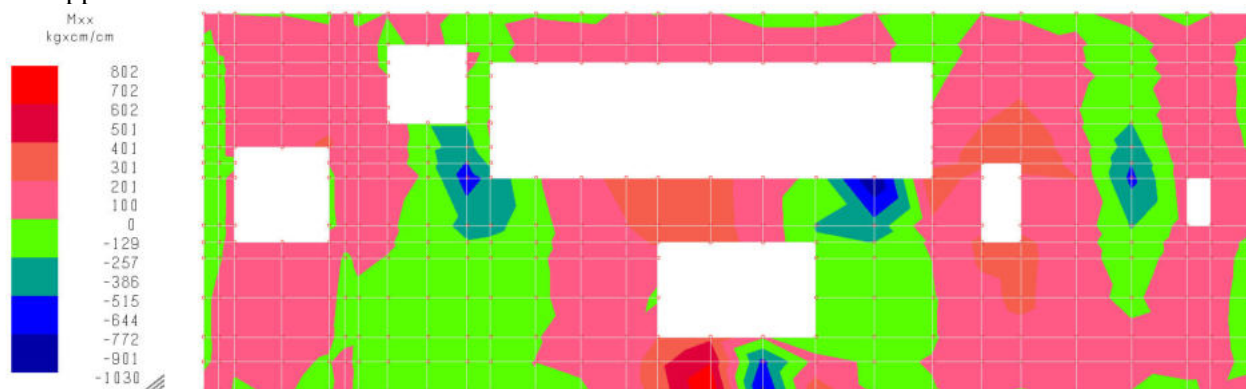
Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.		Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
		kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m		cmq /20 cm		cmq /20 cm		N, M	txy	Vz/Vrd1
158	1A	0	1	0	22	20	6	0.20	0.20	0.20	0.20	0.50	0.00	0.01
158	1B	-0	1	-0	22	20	6	0.20	0.20	0.20	0.20	0.50	0.00	0.01
158	1C	0	11	0	37	3	5	0.20	0.20	0.20	0.20	0.83	0.00	0.00
158	1D	-0	11	-0	37	3	5	0.20	0.20	0.20	0.20	0.83	0.00	0.00
158	1I	0	3	0	25	10	12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.55	0.00	0.00
158	1J	-0	3	-0	25	10	12	0.20	0.20	0.20	0.20	0.55	0.00	0.00
158	1K	0	9	0	35	3	6	0.20	0.20	0.20	0.20	0.78	0.00	0.00
158	1L	-0	9	-0	35	3	6	0.20	0.20	0.20	0.20	0.78	0.00	0.00
158	2	-0	21	-0	109	8	9	0.20	0.20	0.53	0.20	0.88	0.00	0.00
Spess.=		8.0 cm	Axxinf= --	Axxsup= --	Ayyinf=	3 d	8/90	Ayyup= --	(e arm. base nelle due direz.)					

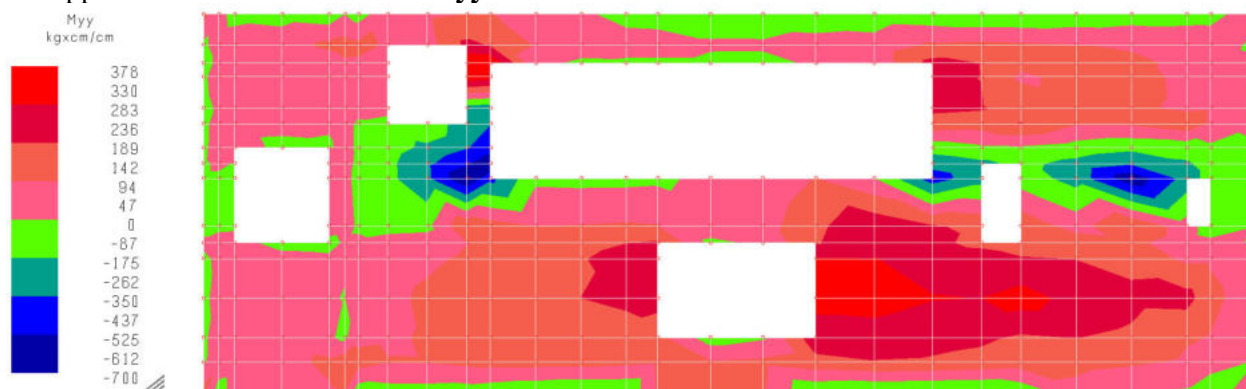


## SOLETTA di CALPESTIO CABINA (fondo della cella)

### Inviluppo ente sollecitante momenti $M_{xx}$



### Inviluppo ente sollecitante momenti $M_{yy}$



### Verifica SLU elemento con ente sollecitante $M_{xx}$ (estratto elemento più sollecitato)

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
 Elem.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **1** Tabella: **SOLETTA R1**  
 Descrizione: **Soletta Calpestio**  
 Rck: **400.00 kg/cmq** fyk: **4580.0 kg/cmq** Copriferro sup.: **2.5 cm** Copriferro inf.: **2.5 cm**  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (\$7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 dxx base sup.: **5 mm** dxx base inf.: **5 mm** pxx: **10 cm** dxx agg.: **8 mm** pxx agg.: **80 cm**  
 dyy base sup.: **5 mm** dyy base inf.: **5 mm** pyy: **10 cm** dyy agg.: **8 mm** pyy agg.: **80 cm**  
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00 gradi**  
 Diametro staffe: **8 mm** Numero braccia: **2**

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz (Mxx)	Vz (Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/10 cm	kg*m/10 cm	kg/10 cm	kg*m/10 cm	kg/m	kg/m	cmq /10 cm	cmq /10 cm	cmq /10 cm	cmq /10 cm	N, M	txy	Vz/Vrd1
104 1A	261	5	738	5	276	383	0.20	0.20	0.20	0.20	0.55	0.07	0.12
104 1B	32	5	138	5	276	383	0.20	0.20	0.20	0.20	0.12	0.07	0.12
104 1C	261	12	738	26	284	35	0.20	0.20	0.26	0.20	0.82	0.07	0.09
104 1D	32	12	138	26	284	35	0.20	0.20	0.20	0.20	0.67	0.07	0.09
104 1I	313	6	1023	2	262	409	0.20	0.20	0.20	0.20	0.68	0.09	0.13
104 1J	-20	6	-147	2	262	409	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.09	0.12
104 1K	313	11	1023	29	274	7	0.20	0.20	0.32	0.20	0.85	0.09	0.09
104 1L	-20	11	-147	29	274	7	0.20	0.20	0.20	0.20	0.61	0.09	0.09
104 2	241	11	724	19	317	119	0.20	0.20	0.20	0.20	0.78	0.07	0.10
Spess.= 8.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= 2 d 8/80 Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)													

## 7.2.5.2 VERIFICA a FESSURAZIONE

Per determinare lo stato limite di apertura delle fessure in funzione di condizioni ambientali di uso del prefabbricato **frammar-TMT BDM2\_70p**, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, pur rimanendo valide le indicazioni prestazionali riportate negli allegati, limitatamente a questa verifica si ipotizza di installare il prefabbricato in condizioni ambientali aggressive ai sensi della Tab. 4.1.III del D.M. 17.1.2018.

Procedendo in favore di sicurezza si valuta l'apertura delle fessure (*nell'ipotesi di acciaio ordinario con armature poco sensibili*) per gli elementi più sollecitati delle pareti, del fondo di calpestio e della soletta di copertura. Tale schema strutturale è soggetto nella verifica a fessurazione massima ai carichi distribuiti e concentrati competenti.

Di seguito, nell'allegato dei calcoli, è riportata la verifica completa a fessurazione delle parti strutturali più sollecitate delle pareti, del fondo di calpestio e della soletta di copertura. Si evidenziano di seguito i massimi valori di apertura delle fessure in condizione Rara (3), Frequente (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo riportato in allegato.

### Pareti

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
Elem.: **GUSCIO (parete)** Gruppo: **2** Tabella: **Muri Spessore 7**  
Descrizione: **Pareti**  
Rck: **400.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Condizioni ambientali: **Aggressiva** Coprif.: **3.4** cm  
Spessore: **7.0** cm Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
Diam. vertic.: **5** mm Passo vertic.: **20** cm  $\rho$  vertic.: **0.28** % Diam. agg. vertic.: **8** mm Passo agg. vertic.: **20** cm  
Diam. orizz.: **5** mm Passo orizz.: **20** cm  $\rho$  orizz.: **0.28** % Diam. agg. orizz.: **8** mm Passo agg. orizz.: **20** cm

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

Fessurazione eseguita mediante calcolo indiretto. Se w fessurazione non è rispettata, viene aggiunta armatura e indicata fra le note laterali

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc e Sf a fessurazione senza calcolo diretto)

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Ao	Av	Sc	Sf	Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cmq/20 cm	cmq/20 cm	kg/cmq		
93 3	-314	-0	-859	0	0.39	1.40	-5.44	-80.1	rara
72 3	77	-0	161	0	0.39	0.39	-2.49	438.3	rara
93 5	-348	-0	-919	0	0.39	1.40	-5.82	--	quasi perm.

La verifica a fessurazione per le pareti è eseguita senza calcolo diretto dell'ampiezza della fessura, in accordo al punto C4.1.2.2.4.5 della Circolare 2019. La verifica a fessurazione senza calcolo diretto esegue un controllo sulla tensione delle barre di acciaio valutata al lembo teso; si può così entrare nell'intervallo dei valori tensionali riportati nella tabella C4.1.II e C4.1.III della Circolare 2019 ed eseguire di conseguenza il controllo sul diametro massimo utilizzato e sulla spaziatura massima tra le barre.

Si rispetta le prescrizioni riportate in tali tabelle, dunque si considera verificata la "fessurazione".



## Soletta di copertura

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
Elem.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **3** Tabella: **SOLETTE**  
Descrizione: **Copertura**  
Rck: **400.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Condizioni ambientali: **Aggressiva**  
Copriferro sup.: **2.5** cm Copriferro inf.: **2.5** cm  
Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
dxx base sup.: **5** mm dxx base inf.: **5** mm pxx: **20** cm dxx agg.: **8** mm pxx agg.: **90** cm  
dyy base sup.: **5** mm dyy base inf.: **5** mm pyy: **20** cm dyy agg.: **8** mm pyy agg.: **90** cm  
Orientamento armature: **rif.\_globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc, Sf, w)

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cmq / 20 cm		cmq / 20 cm		kg/cmq		mm	
186 3	0	15	-0	72	0.20	0.20	0.42	0.20	-94.44	3338.3	--	rara
158 5	0	6	-0	30	0.20	0.20	0.53	0.20	-13.10	--	0.00	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per la soletta di copertura nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per armatura aggressiva risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure w pari a:

CC<sub>4</sub>(frequente) max = w 0.00mm << w<sub>2</sub> = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

CC<sub>5</sub> (quasi permanente) max = w 0.00mm << w<sub>1</sub> = 0.20 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la “fessurazione”.

## Soletta di calpestio

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
Elem.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **1** Tabella: **SOLETTE R1**  
Descrizione: **Soletta Calpestio**  
Rck: **400.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Condizioni ambientali: **Aggressiva**  
Copriferro sup.: **2.5** cm Copriferro inf.: **2.5** cm  
Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
dxx base sup.: **5** mm dxx base inf.: **5** mm pxx: **10** cm dxx agg.: **8** mm pxx agg.: **80** cm  
dyy base sup.: **5** mm dyy base inf.: **5** mm pyy: **10** cm dyy agg.: **8** mm pyy agg.: **80** cm  
Orientamento armature: **rif.\_globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc, Sf, w)

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/10 cm	kg*m/10 cm	kg/10 cm	kg*m/10 cm	cmq / 10 cm		cmq / 10 cm		kg/cmq		mm	
194 3	179	-42	627	-61	0.20	0.38	0.20	0.57	-110.77	2891.9	--	rara
100 3	185	27	232	6	0.20	0.20	0.20	0.20	-77.91	3127.7	--	rara
194 5	140	-38	502	-51	0.20	0.38	0.20	0.57	-93.45	--	0.00	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per il fondo di calpestio nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per armatura aggressiva risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure w pari a:

CC<sub>4</sub>(frequente) max = w 0.00mm << w<sub>2</sub> = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

CC<sub>5</sub> (quasi permanente) max = w 0.00mm << w<sub>1</sub> = 0.20 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la “fessurazione”.

### 7.2.5.3 VERIFICA a PUNZONAMENTO del FONDO-CALPESTIO (s=8cm doppia armatura)

VERIFICHE A PUNZONAMENTO: nodo: 3952 Spessore piastra: 8.00 cm, pilastro SEZ. Rp B= 15.0 H= 15.0  
Tipologia: Pilastro al centro

		Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base					Armature in alternativa			
N.comb	Beta	u0	N rid.	Vrcd	I.R.bielle	u1	r	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese		barre piegate	
		--				--					(dir.y)-(dir.z)	(dir.y)	(dir.z)	
		cm	kg			cm	%	kg			cm²	cm²	cm²	
1A	1.00	60	1936	13969	0.14	129	0.36	1936	4090	0.47	--	--	--	--
1B	1.00	60	1936	13969	0.14	129	0.36	1936	4090	0.47	--	--	--	--
1C	1.00	60	1936	13969	0.14	129	0.36	1936	4090	0.47	--	--	--	--
1D	1.00	60	1936	13969	0.14	129	0.36	1936	4090	0.47	--	--	--	--
1E	1.00	60	1170	13969	0.08	129	0.36	1170	4090	0.29	--	--	--	--
1F	1.00	60	1170	13969	0.08	129	0.36	1170	4090	0.29	--	--	--	--
1G	1.00	60	1170	13969	0.08	129	0.36	1170	4090	0.29	--	--	--	--
1H	1.00	60	1170	13969	0.08	129	0.36	1170	4090	0.29	--	--	--	--
1I	1.00	60	1775	13969	0.13	129	0.36	1775	4090	0.43	--	--	--	--
1J	1.00	60	1775	13969	0.13	129	0.36	1775	4090	0.43	--	--	--	--
1K	1.00	60	1775	13969	0.13	129	0.36	1775	4090	0.43	--	--	--	--
1L	1.00	60	1775	13969	0.13	129	0.36	1775	4090	0.43	--	--	--	--
1M	1.00	60	1331	13969	0.10	129	0.36	1331	4090	0.33	--	--	--	--
1N	1.00	60	1331	13969	0.10	129	0.36	1331	4090	0.33	--	--	--	--
1O	1.00	60	1331	13969	0.10	129	0.36	1331	4090	0.33	--	--	--	--
1P	1.00	60	1331	13969	0.10	129	0.36	1331	4090	0.33	--	--	--	--
2	1.00	60	2060	13969	0.15	129	0.36	2060	4090	0.50	--	--	--	--

VERIFICHE A PUNZONAMENTO: nodo: 3961 Spessore piastra: 8.00 cm, pilastro SEZ. Rp B= 15.0 H= 15.0  
Tipologia: Pilastro al centro

		Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base					Armature in alternativa			
N.comb	Beta	u0	N rid.	Vrcd	I.R.bielle	u1	r	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese		barre piegate	
		--	-----		--	--	-----		(dir.y)-(dir.z)		(dir.y)	-----	(dir.z)	
		cm	kg		cm	%	kg		cm2		cm2		cm2	
1A	1.00	60	3298	13969	0.24	129	0.36	3298	4090	0.81	--	--	--	--
1B	1.00	60	3298	13969	0.24	129	0.36	3298	4090	0.81	--	--	--	--
1C	1.00	60	3298	13969	0.24	129	0.36	3298	4090	0.81	--	--	--	--
1D	1.00	60	3298	13969	0.24	129	0.36	3298	4090	0.81	--	--	--	--
1E	1.00	60	1612	13969	0.12	129	0.36	1612	4090	0.39	--	--	--	--
1F	1.00	60	1612	13969	0.12	129	0.36	1612	4090	0.39	--	--	--	--
1G	1.00	60	1612	13969	0.12	129	0.36	1612	4090	0.39	--	--	--	--
1H	1.00	60	1612	13969	0.12	129	0.36	1612	4090	0.39	--	--	--	--
1I	1.00	60	2824	13969	0.20	129	0.36	2824	4090	0.69	--	--	--	--
1J	1.00	60	2824	13969	0.20	129	0.36	2824	4090	0.69	--	--	--	--
1K	1.00	60	2824	13969	0.20	129	0.36	2824	4090	0.69	--	--	--	--
1L	1.00	60	2824	13969	0.20	129	0.36	2824	4090	0.69	--	--	--	--
1M	1.00	60	2086	13969	0.15	129	0.36	2086	4090	0.51	--	--	--	--
1N	1.00	60	2086	13969	0.15	129	0.36	2086	4090	0.51	--	--	--	--
1O	1.00	60	2086	13969	0.15	129	0.36	2086	4090	0.51	--	--	--	--
1P	1.00	60	2086	13969	0.15	129	0.36	2086	4090	0.51	--	--	--	--
2	1.00	60	3217	13969	0.23	129	0.36	3217	4090	0.79	--	--	--	--

VERIFICHE A PUNZONAMENTO: nodo: 4055 Spessore piastra: 8.00 cm, pilastro SEZ. Rp B= 15.0 H= 15.0  
Tipologia: Pilastro di bordo (lungo asse 'y' locale)

		Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base				Armature in alternativa				
N.comb	Beta	u0	N rid.	Vrcd	I.R.bielle	ul	r	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese		barre piegate	
		--	-----			--		-----			(dir.y)-(dir.z)	(dir.y)	-----	(dir.z)
		cm	kg			cm	%	kg			cm2		cm2	cm2
1A	1.00	32	2501	7334	0.34	94	0.36	2501	2979	0.84	--	--	--	--
1B	1.00	32	2501	7334	0.34	94	0.36	2501	2979	0.84	--	--	--	--
1C	1.00	32	2501	7334	0.34	94	0.36	2501	2979	0.84	--	--	--	--
1D	1.00	32	2501	7334	0.34	94	0.36	2501	2979	0.84	--	--	--	--
1E	1.00	32	1219	7334	0.17	94	0.36	1219	2979	0.41	--	--	--	--
1F	1.00	32	1219	7334	0.17	94	0.36	1219	2979	0.41	--	--	--	--
1G	1.00	32	1219	7334	0.17	94	0.36	1219	2979	0.41	--	--	--	--
1H	1.00	32	1219	7334	0.17	94	0.36	1219	2979	0.41	--	--	--	--
1I	1.00	32	2225	7334	0.30	94	0.36	2225	2979	0.75	--	--	--	--
1J	1.00	32	2225	7334	0.30	94	0.36	2225	2979	0.75	--	--	--	--
1K	1.00	32	2225	7334	0.30	94	0.36	2225	2979	0.75	--	--	--	--
1L	1.00	32	2225	7334	0.30	94	0.36	2225	2979	0.75	--	--	--	--
1M	1.00	32	1495	7334	0.20	94	0.36	1495	2979	0.50	--	--	--	--
1N	1.00	32	1495	7334	0.20	94	0.36	1495	2979	0.50	--	--	--	--
1O	1.00	32	1495	7334	0.20	94	0.36	1495	2979	0.50	--	--	--	--
1P	1.00	32	1495	7334	0.20	94	0.36	1495	2979	0.50	--	--	--	--
2	1.00	32	2748	7334	0.37	94	0.36	2748	2979	0.92	--	--	--	--

**VERIFICA A PUNZONAMENTO SODDISFATTA SENZA ARMATURA AGGIUNTIVA**

#### 7.2.5.4 VERIFICA SLD/SLE: SPOSTAMENTI/ROTAZIONI

##### SOLETTA di COPERTURA, CALPESTIO CABINA e PARETI del FUSTO

###### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

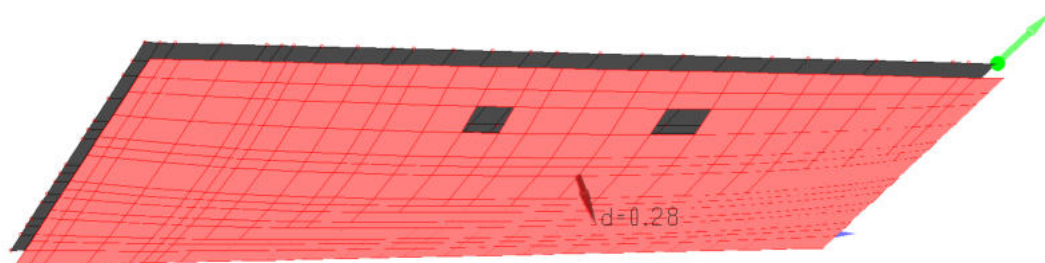
	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	+5.82e-03	+2.31e-02	-1.63e-01	+1.19e-03	+8.68e-04	+8.64e-04	+1.63e-01
Nodo	3866	2615	2322	3952	4125	3949	2322

###### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI (EX+λ\*EY)

Traslaz.X	Traslaz.Y	Traslaz.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
+4.81e-02	+7.97e-02	+5.86e-02	+6.65e-04	+1.15e-03	+3.13e-04	+1.04e-01
Nodo: 472	Nodo: 2478	Nodo: 2958	Nodo: 2911	Nodo: 3454	Nodo: 3942	Nodo: 2478

###### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI (λ \*EX+EY)

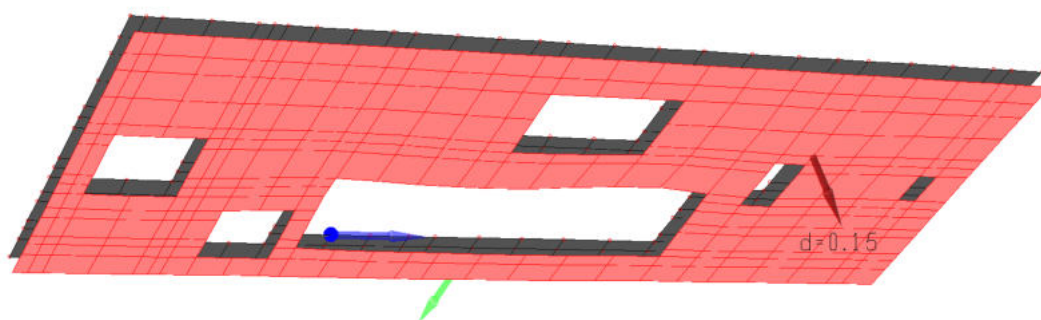
Traslaz.X	Traslaz.Y	Traslaz.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
+1.62e-02	+2.48e-01	+1.01e-01	+1.86e-03	+1.98e-03	+6.82e-04	+2.68e-01
Nodo: 479	Nodo: 2478	Nodo: 3869	Nodo: 2910	Nodo: 3449	Nodo: 3942	Nodo: 2478



**Deformazione SOLETTA di COPERTURA CABINA in SLD/SLE**

è assunto come limite la deformazione di 1/250 della luce e pertanto:

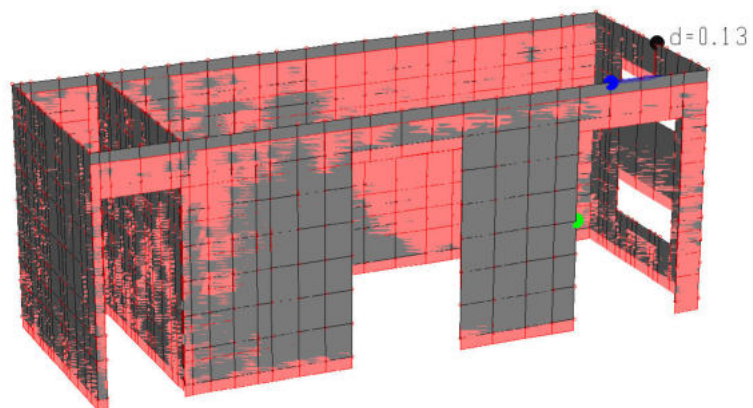
- Verifica inflessione max = - 0.28 cm < 230/500 = 0.46cm



**Deformazione SOLETTA di CALPESTIO CABINA in SLD/SLE**

è assunto come limite la deformazione di 1/250 della luce e pertanto:

- Verifica inflessione max = - 0.15 cm < 230/500 = 0.46cm



### **Spostamenti massimi PARETE in SLD/SLE**

è assunto come limite la deformazione di 1/500 della luce e pertanto:

- Verifica spostamento  $d_{max} = -0.13 \text{ cm} < 268/500 = 0.53 \text{ cm}$

#### 7.2.5.5 VERIFICA DEI COLLEGAMENTI M12-M16, cl.8.8

Il collegamento meccanico strutturale per realizzare i due vincoli (pareti-soletta e cabina-vasca di fondazione) avviene con un idoneo sistema di inserimento - collegamento verticale tra copertura-parete e cabina-fondazione. I collegamenti sono previsti utilizzando viti  $\phi=16\text{mm}$  e  $\phi=12\text{mm}$  cl. 8.8, predisposte secondo la disposizione indicata nei disegni esecutivi.

Nel modello strutturale di verifica il sistema dei collegamenti meccanici (D=12-16 mm cl.8.8) viene opportunamente considerato, in favore di sicurezza, utilizzando nel calcolo opportuni elementi finiti del tipo “pilastro” in acciaio D= 12-16 mm (S460), considerato come materiale acciaio ad alta resistenza in modo da assimilare al meglio (*ed in favore di sicurezza*) il comportamento delle singole bullonature con le viti classe 8.8 effettivamente previsti nel progetto esecutivo.

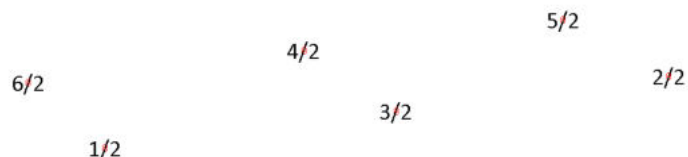
Questi elementi del modello di verifica FEM sono pertanto soggetti ad azioni taglianti, flettenti e di sforzo normale in conseguenza all’analisi sismica globale svolta adottando il fattore di struttura:

$$q=1.0$$

Di seguito si riporta la verifica dei collegamenti meccanici e a vite tra gli elementi nella condizione di carico sismica (*condizione di carico più gravosa*). Le verifiche di questi elementi di collegamento sono opportunamente svolte con EUROCODICE 3 – NTC 2018. In base ai conseguenti enti sollecitanti, che sono individuati con una analisi globale adottando appunto questo parametro, sono svolte le verifiche strutturali degli elementi di collegamento.

Si riporta, a stralcio, la verifica degli elementi più sollecitati dei collegamenti sopra elencati.

## Schema dei collegamenti tra le Pareti e la Soletta di copertura: ( $\phi 12$ cl.8.8)



numerazione degli elementi di ancoraggio al fusto scatolare delle solette di copertura

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
 Elemento: **TRAVE** Metodo di verifica: **Eurocodice 3 - NTC 2018**  
 Gruppo: **1** Descrizione: **giunzioni copertura - pareti**  
 Tabella: **Tabella pilastri** Struttura: **Nuova**  
 Tipo acciaio: **S 460**  
 Coeff. riduzione dell'area: **0.000** Tipologia sismica yx: **Senza prescrizioni aggiuntive**  
 Tipologia sismica zx: **Senza prescrizioni aggiuntive**  
 $\gamma_{M0}$ : **1.050**  $\gamma_{M1}$ : **1.050**  $\gamma_{M1'}$ : **1.050**  $\gamma_{M2}$ : **1.250**  $\gamma_{rv}$ : **0.000**  $\gamma_{M0}$  Pf: **1.000**  $\gamma_{M1}$  Pf: **1.000**  
 Tipo collegamento: **bullonato** Connessione su due lati

ASTA NUM. 3 NI 3861 NF 2486 Lungh. 4.0 cm SEZ. 2 Cp D= 1.2 cm  
 Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici  $\leq 1$  : VERIFICATO

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
--	cm	kg			kg*m							
1A	0	-165	-80	75	0	1	0	1	0.03	0.03	0.09	
1B	0	-165	88	75	0	1	-0	1	0.03	0.03	0.09	
1C	0	-165	-80	20	0	0	0	1	0.03	0.03	0.04	
1D	0	-165	88	20	0	0	-0	1	0.03	0.03	0.04	
1E	0	-9	-80	75	0	1	0	1	0.03	0.00	0.06	
1F	0	-9	88	75	0	1	-0	1	0.03	0.00	0.06	
1G	0	-9	-80	20	0	0	0	1	0.03	0.00	0.01	
1H	0	-9	88	20	0	0	-0	1	0.03	0.00	0.01	
1I	0	-133	-34	78	0	1	0	1	0.03	0.03	0.09	
1J	0	-133	42	78	0	1	-0	1	0.03	0.03	0.09	
1K	0	-133	-34	17	0	-0	0	1	0.01	0.03	0.03	
1L	0	-133	42	17	0	-0	-0	1	0.01	0.03	0.03	
1M	0	-41	-34	78	0	1	0	1	0.03	0.01	0.07	
1N	0	-41	42	78	0	1	-0	1	0.03	0.01	0.07	
1O	0	-41	-34	17	0	-0	0	1	0.01	0.01	0.01	
1P	0	-41	42	17	0	-0	-0	1	0.01	0.01	0.01	
2	0	-305	6	145	0	1	0	1	0.05	0.06	0.15	
1A	2	-165	-80	75	0	-1	-2	1	0.03	0.03	0.17	
1B	2	-165	88	75	0	-1	2	1	0.03	0.03	0.18	
1C	2	-165	-80	20	0	-0	-2	1	0.03	0.03	0.15	
1D	2	-165	88	20	0	-0	2	1	0.03	0.03	0.16	
1E	2	-9	-80	75	0	-1	-2	1	0.03	0.00	0.13	
1F	2	-9	88	75	0	-1	2	1	0.03	0.00	0.15	
1G	2	-9	-80	20	0	-0	-2	1	0.03	0.00	0.12	
1H	2	-9	88	20	0	-0	2	1	0.03	0.00	0.13	
1I	2	-133	-34	78	0	-1	-1	1	0.03	0.03	0.10	
1J	2	-133	42	78	0	-1	1	1	0.03	0.03	0.11	
1K	2	-133	-34	17	0	-0	-1	1	0.01	0.03	0.08	
1L	2	-133	42	17	0	-0	1	1	0.01	0.03	0.09	
1M	2	-41	-34	78	0	-1	-1	1	0.03	0.01	0.09	
1N	2	-41	42	78	0	-1	1	1	0.03	0.01	0.09	
1O	2	-41	-34	17	0	-0	-1	1	0.01	0.01	0.07	
1P	2	-41	42	17	0	-0	1	1	0.01	0.01	0.08	
2	2	-305	6	145	0	-2	0	1	0.05	0.06	0.20	
1A	4	-165	-80	75	0	-2	-3	1	0.03	0.03	0.33	
1B	4	-165	88	75	0	-2	3	1	0.03	0.03	0.35	
1C	4	-165	-80	20	0	-1	-3	1	0.03	0.03	0.28	
1D	4	-165	88	20	0	-1	3	1	0.03	0.03	0.30	
1E	4	-9	-80	75	0	-2	-3	1	0.03	0.00	0.30	
1F	4	-9	88	75	0	-2	3	1	0.03	0.00	0.32	
1G	4	-9	-80	20	0	-1	-3	1	0.03	0.00	0.25	
1H	4	-9	88	20	0	-1	3	1	0.03	0.00	0.27	
1I	4	-133	-34	78	0	-2	-1	1	0.03	0.03	0.23	
1J	4	-133	42	78	0	-2	2	1	0.03	0.03	0.25	
1K	4	-133	-34	17	0	-1	-1	1	0.01	0.03	0.14	
1L	4	-133	42	17	0	-1	2	1	0.01	0.03	0.16	
1M	4	-41	-34	78	0	-2	-1	1	0.03	0.01	0.22	
1N	4	-41	42	78	0	-2	2	1	0.03	0.01	0.23	
1O	4	-41	-34	17	0	-1	-1	1	0.01	0.01	0.12	
1P	4	-41	42	17	0	-1	2	1	0.01	0.01	0.15	
2	4	-305	6	145	0	-5	0	1	0.05	0.06	0.42	

# Collegamenti tra il Fusto scatolare di elevazione e Vasche di fondazione: (Ø16 cl.8.8)

5/4

4/4

2/4

6/4

3/4

1/4

numerazione degli elementi di ancoraggio delle cabine con la vasca di fondazione

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
 Elemento: **TRAVE** Metodo di verifica: **Eurocodice 3 - NTC 2018**  
 Gruppo: **7** Descrizione: **Giunzioni Cabina-Fondazione**  
 Tabella: **Tabella pilastri** Struttura: **Nuova**  
 Tipo acciaio: **S 460**  
 Coeff. riduzione dell'area: **0.000** Tipologia sismica yx: **Senza prescrizioni aggiuntive**  
 Tipologia sismica zx: **Senza prescrizioni aggiuntive**  
 γM0: **1.050** γM1': **1.050** γM1'': **1.050** γM2: **1.250** γrv: **0.000** γM0 Pf: **1.000** γM1 Pf: **1.000**  
 Tipo collegamento: **bullonato** Connessione su due lati

ASTA NUM. 2 NI 2975 NF 4229 Lungh. 4.0 cm SEZ. 2 Cp D= 1.2 cm  
 Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
	cm		kg			kg*m						
1A	0	-1052	-101	34	0	0	0	1	0.03	0.21	0.23	
1B	0	-1052	117	34	0	0	-0	1	0.04	0.21	0.23	
1C	0	-1052	-101	-0	0	-0	0	1	0.03	0.21	0.22	
1D	0	-1052	117	-0	0	-0	-0	1	0.04	0.21	0.22	
1E	0	286	-101	34	0	0	0	1	0.03	0.06	0.08	
1F	0	286	117	34	0	0	-0	1	0.04	0.06	0.08	
1G	0	286	-101	-0	0	-0	0	1	0.03	0.06	0.07	
1H	0	286	117	-0	0	-0	-0	1	0.04	0.06	0.07	
1I	0	-1594	-94	41	0	0	0	1	0.03	0.32	0.34	
1J	0	-1594	110	41	0	0	-0	1	0.04	0.32	0.34	
1K	0	-1594	-94	-7	0	-0	0	1	0.03	0.32	0.33	
1L	0	-1594	110	-7	0	-0	-0	1	0.04	0.32	0.33	
1M	0	827	-94	41	0	0	0	1	0.03	0.19	0.19	
1N	0	827	110	41	0	0	-0	1	0.04	0.19	0.19	
1O	0	827	-94	-7	0	-0	0	1	0.03	0.19	0.18	
1P	0	827	110	-7	0	-0	-0	1	0.04	0.19	0.18	
2	0	-614	10	10	0	-0	0	1	0.00	0.12	0.13	
1A	2	-1052	-101	34	0	-0	-2	1	0.03	0.21	0.36	
1B	2	-1052	117	34	0	-0	2	1	0.04	0.21	0.39	
1C	2	-1052	-101	-0	0	-0	-2	1	0.03	0.21	0.36	
1D	2	-1052	117	-0	0	-0	2	1	0.04	0.21	0.38	
1E	2	286	-101	34	0	-0	-2	1	0.03	0.06	0.21	
1F	2	286	117	34	0	-0	2	1	0.04	0.06	0.23	
1G	2	286	-101	-0	0	-0	-2	1	0.03	0.06	0.21	
1H	2	286	117	-0	0	-0	2	1	0.04	0.06	0.23	
1I	2	-1594	-94	41	0	-1	-2	1	0.03	0.32	0.46	
1J	2	-1594	110	41	0	-1	2	1	0.04	0.32	0.49	
1K	2	-1594	-94	-7	0	-0	-2	1	0.03	0.32	0.46	
1L	2	-1594	110	-7	0	-0	2	1	0.04	0.32	0.48	
1M	2	827	-94	41	0	-1	-2	1	0.03	0.19	0.31	
1N	2	827	110	41	0	-1	2	1	0.04	0.19	0.33	
1O	2	827	-94	-7	0	-0	-2	1	0.03	0.19	0.30	
1P	2	827	110	-7	0	-0	2	1	0.04	0.19	0.33	
2	2	-614	10	10	0	-0	0	1	0.00	0.12	0.15	
1A	4	-1052	-101	34	0	-1	-4	1	0.03	0.21	0.53	
1B	4	-1052	117	34	0	-1	5	1	0.04	0.21	0.57	
1C	4	-1052	-101	-0	0	-0	-4	1	0.03	0.21	0.51	
1D	4	-1052	117	-0	0	-0	5	1	0.04	0.21	0.56	
1E	4	286	-101	34	0	-1	-4	1	0.03	0.06	0.37	
1F	4	286	117	34	0	-1	5	1	0.04	0.06	0.42	
1G	4	286	-101	-0	0	-0	-4	1	0.03	0.06	0.36	
1H	4	286	117	-0	0	-0	5	1	0.04	0.06	0.41	
1I	4	-1594	-94	41	0	-1	-4	1	0.03	0.32	0.62	
1J	4	-1594	110	41	0	-1	4	1	0.04	0.32	0.67	
1K	4	-1594	-94	-7	0	0	-4	1	0.03	0.32	0.60	
1L	4	-1594	110	-7	0	0	4	1	0.04	0.32	0.65	
1M	4	828	-94	41	0	-1	-4	1	0.03	0.19	0.47	
1N	4	828	110	41	0	-1	4	1	0.04	0.19	0.52	
1O	4	828	-94	-7	0	0	-4	1	0.03	0.19	0.45	
1P	4	828	110	-7	0	0	4	1	0.04	0.19	0.50	
2	4	-614	10	10	0	-0	0	1	0.00	0.12	0.17	

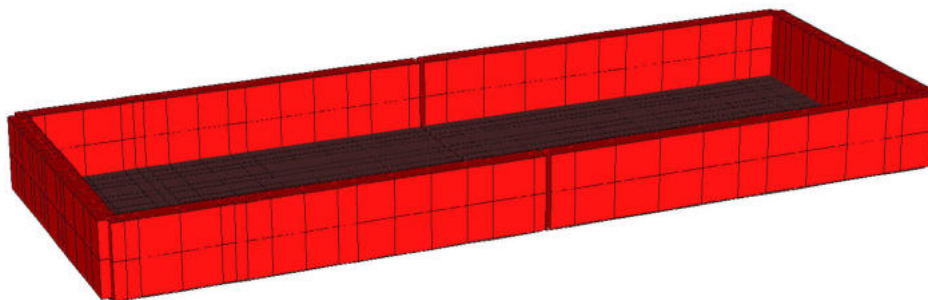
## 7.2.5.6 VERIFICA delle FONDAZIONI a VASCA ACCOPPIATA

Il prefabbricato BDM2\_70p -R1- mod.670, rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, è previsto dotato di una tipologia di vasca di fondazione costituita da elementi “guscio-piastra” come illustrato di seguito (escludendo, in questo caso, gli elementi sovrastanti comunque presenti).

La vasca è prevista completamente interrata e posta sopra strato di cls magrone con spessore  $s = 10-15$  cm.

Lo scavo di fondazione dovrà essere ben compattato rullato prima del getto del cls magrone. Anche il rinfiacco perimetrale della vasca sarà ottenuto con accurata compattazione del terreno.

In base al punto 7.2.5 delle NTC2018, l'azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, è quella derivante dall'analisi strutturale eseguita avendo ipotizzato un comportamento strutturale non dissipativo.



**modello strutturale VASCA di FONDAZIONE (335+335) x 242 (box BDM2\_70p mod.670)**

3	95/5	97/5	96/5	100/5	93/5	92/5	91/5	90/5	89/5	88/5	87/5	86/5	85/5	84/5	83/5	82/5	81/5	80/5	79/5	78/5	77/5	76/5	75/5
3	86/5	85/5	84/5	83/5	82/5	81/5	80/5	79/5	78/5	77/5	76/5	75/5	74/5	73/5	72/5	71/5	70/5	69/5	68/5	67/5	66/5	65/5	64/5
3	76/5	75/5	74/5	73/5	72/5	71/5	70/5	69/5	68/5	67/5	66/5	65/5	64/5	63/5	62/5	61/5	60/5	59/5	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5
3	73/5	72/5	71/5	70/5	69/5	68/5	67/5	66/5	65/5	64/5	63/5	62/5	61/5	60/5	59/5	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5
3	70/5	69/5	68/5	67/5	66/5	65/5	64/5	63/5	62/5	61/5	60/5	59/5	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5
3	67/5	66/5	65/5	64/5	63/5	62/5	61/5	60/5	59/5	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5
3	64/5	63/5	62/5	61/5	60/5	59/5	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5	44/5	43/5	42/5
3	61/5	60/5	59/5	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5	44/5	43/5	42/5	41/5	40/5	39/5
3	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5	44/5	43/5	42/5	41/5	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5
3	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5	44/5	43/5	42/5	41/5	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5
3	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5	44/5	43/5	42/5	41/5	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5
3	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5	44/5	43/5	42/5	41/5	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5
3	46/5	45/5	44/5	43/5	42/5	41/5	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5
3	43/5	42/5	41/5	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5
3	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5	20/5	19/5	18/5
3	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5	20/5	19/5	18/5	17/5	16/5	15/5
3	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5	20/5	19/5	18/5	17/5	16/5	15/5	14/5	13/5	12/5
3	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5	20/5	19/5	18/5	17/5	16/5	15/5	14/5	13/5	12/5	11/5	10/5	9/5
3	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5	20/5	19/5	18/5	17/5	16/5	15/5	14/5	13/5	12/5	11/5	10/5	9/5	8/5	7/5	6/5
3	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5	20/5	19/5	18/5	17/5	16/5	15/5	14/5	13/5	12/5	11/5	10/5	9/5	8/5	7/5	6/5	5/5	4/5	3/5
3	22/5	21/5	20/5	19/5	18/5	17/5	16/5	15/5	14/5	13/5	12/5	11/5	10/5	9/5	8/5	7/5	6/5	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5
3	19/5	18/5	17/5	16/5	15/5	14/5	13/5	12/5	11/5	10/5	9/5	8/5	7/5	6/5	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5
3	16/5	15/5	14/5	13/5	12/5	11/5	10/5	9/5	8/5	7/5	6/5	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
3	13/5	12/5	11/5	10/5	9/5	8/5	7/5	6/5	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
3	10/5	9/5	8/5	7/5	6/5	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
3	7/5	6/5	5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
3	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
3	1/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
3	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5

**numerazione elementi fondo vasca**

1	67/5	66/5	65/5	64/5	63/5	62/5	61/5	60/5	59/5	58/5	57/5	56/5	55/5	54/5	53/5	52/5	51/5	50/5	49/5	48/5	47/5	46/5	45/5
1	42/5	41/5	40/5	39/5	38/5	37/5	36/5	35/5	34/5	33/5	32/5	31/5	30/5	29/5	28/5	27/5	26/5	25/5	24/5	23/5	22/5	21/5	20/5

61/5	63/5	65/5	67/5	69/5	71/5	73/5	75/5	77/5	79/5	81/5	83/5	85/5	87/5	89/5	91/5	93/5	95/5	97/5	99/5	101/5	103/5	105/5	107/5
62/5	64/5	66/5	68/5	70/5	72/5	74/5	76/5	78/5	80/5	82/5	84/5	86/5	88/5	90/5	92/5	94/5	96/5	98/5	100/5	102/5	104/5	106/5	108/5

**numerazione elementi rialzo laterale vasca**

109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86
99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76

109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86
99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76

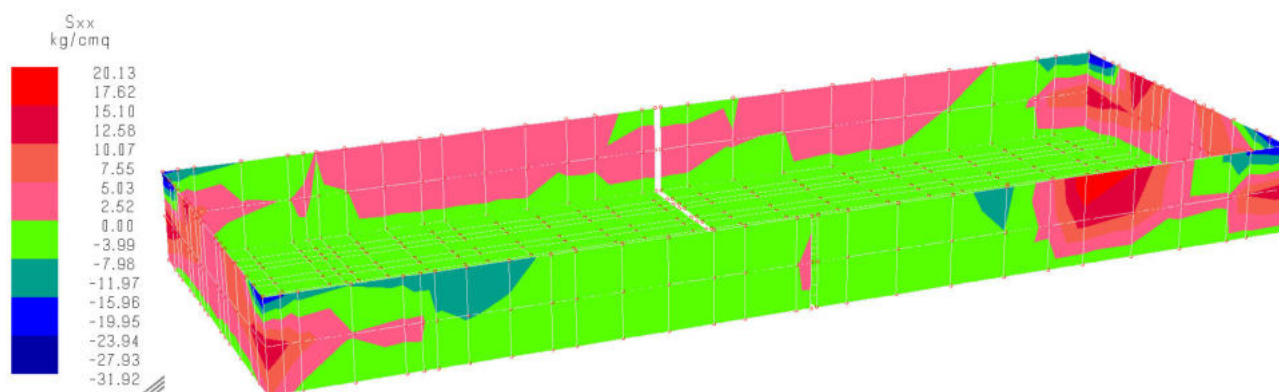


Si riportano di seguito le rappresentazioni delle sollecitazioni “momento flettente” e “sforzi normali” mediante rappresentazioni di involucro degli stessi enti sollecitanti.

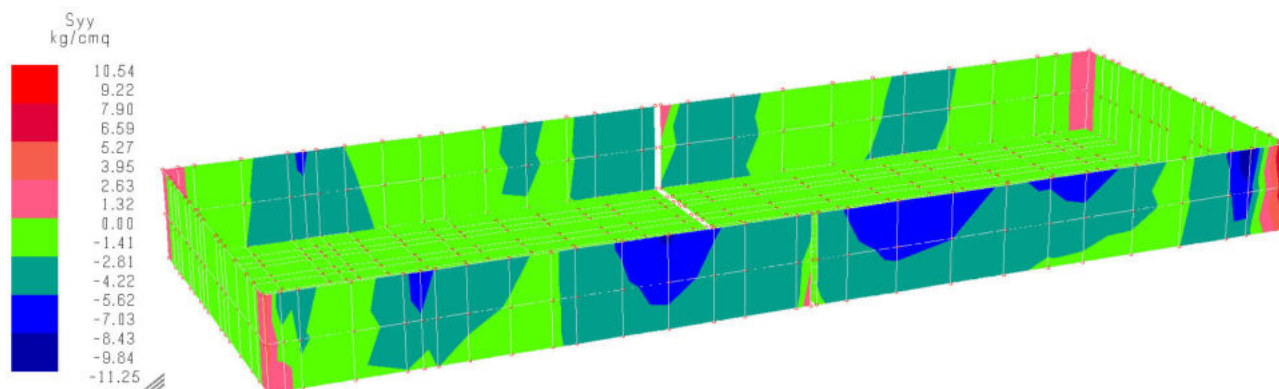
In particolare, si riporta per la verifica SLV+SLU:

- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{yy}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{yy}$

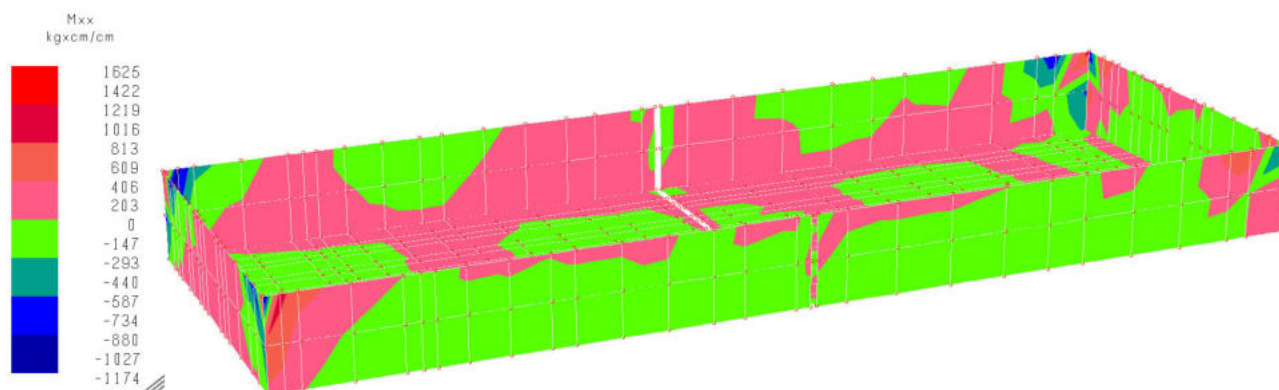
Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{xx}$



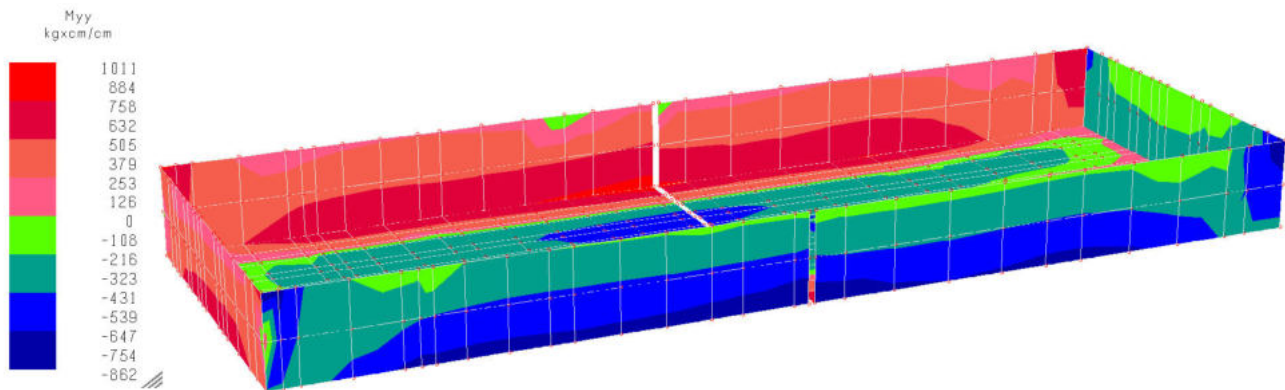
Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{yy}$



Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $M_{xx}$



## Inviluppo ente sollecitante sforzo normale Myy



## Verifica SLU elemento FONDO VASCA con ente sollecitante Myy

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
 Elem.: **PLATEA di fond.** Gruppo: **5** Tabella: **FONDO VASCA**  
 Descrizione: **Fondo Vasca**  
 Rck: **400.00** kg/cm<sup>2</sup> fyk: **4580.0** kg/cm<sup>2</sup> Copriferro sup.: **2.5** cm Copriferro inf.: **2.5** cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.2.5, 7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 dxx base sup.: **5** mm dxx base inf.: **5** mm pxx: **20** cm dxx agg.: **8** mm pxx agg.: **80** cm  
 dyy base sup.: **5** mm dyy base inf.: **5** mm pyy: **20** cm dyy agg.: **8** mm pyy agg.: **80** cm  
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi  
 Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m		cmq /20 cm		cmq /20 cm		N, M	txy	Vz/Vrd1
250 1A	0	1	0	2	82	818	0.20	0.20	0.20	0.20	0.04	0.00	0.26
250 1B	0	1	0	2	82	818	0.20	0.20	0.20	0.20	0.04	0.00	0.26
250 1C	0	11	0	51	81	1198	0.20	0.20	0.32	0.20	0.75	0.00	0.38
250 1D	0	11	0	51	81	1198	0.20	0.20	0.32	0.20	0.75	0.00	0.38
250 1I	0	-1	0	-26	71	977	0.20	0.20	0.20	0.20	0.58	0.00	0.31
250 1J	0	-1	0	-26	71	977	0.20	0.20	0.20	0.20	0.58	0.00	0.31
250 1K	0	14	0	79	94	989	0.20	0.20	0.45	0.20	0.86	0.00	0.31
250 1L	0	14	0	79	94	989	0.20	0.20	0.45	0.20	0.86	0.00	0.31
250 2	0	9	0	43	89	1540	0.20	0.20	0.20	0.20	0.73	0.00	0.49

Spess.= 8.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= 2 d 8/80 Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

## Verifica SLU elemento RIALZATO VASCA con ente sollecitante Myy

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
 Elem.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **6** Tabella: **RIALZI VASCA**  
 Descrizione: **Rialzi Vasca**  
 Rck: **400.00** kg/cm<sup>2</sup> fyk: **4580.0** kg/cm<sup>2</sup> Copriferro sup.: **2.5** cm Copriferro inf.: **2.5** cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 dxx base sup.: **5** mm dxx base inf.: **5** mm pxx: **22** cm dxx agg.: **10** mm pxx agg.: **80** cm  
 dyy base sup.: **5** mm dyy base inf.: **5** mm pyy: **22** cm dyy agg.: **10** mm pyy agg.: **80** cm  
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi  
 Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/22 cm	kg*m/22 cm	kg/22 cm	kg*m/22 cm	kg/m		cmq /22 cm		cmq /22 cm		N, M	txy	Vz/Vrd1
146 1A	584	-21	127	-120	83	813	0.20	0.20	0.20	0.41	0.64	0.03	0.11
146 1B	-865	-21	-934	-120	83	813	0.20	0.20	0.20	0.20	0.77	0.03	0.11
146 1C	584	-0	127	-22	94	470	0.20	0.20	0.20	0.20	0.25	0.03	0.07
146 1D	-865	-0	-934	-22	94	470	0.20	0.20	0.20	0.20	0.14	0.03	0.06
146 1I	459	-23	934	-144	95	901	0.20	0.20	0.20	0.63	0.62	0.06	0.13
146 1J	-740	-23	-1741	-144	95	901	0.20	0.20	0.20	0.20	0.72	0.06	0.11
146 1K	459	2	934	3	60	386	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.06	0.05
146 1L	-740	2	-1741	3	60	386	0.20	0.20	0.20	0.20	0.01	0.06	0.05
146 2	-242	-17	-678	-118	84	1080	0.20	0.20	0.20	0.20	0.73	0.00	0.14

Spess.= 15.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= 2 d 10/80 (e arm. base nelle due direz.)

## Verifica a Fessurazione

Per determinare lo stato limite di apertura delle fessure in funzione di condizioni ambientali di uso del prefabbricato **frammar-TMT BDM2\_70p -R1-**, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, pur rimanendo valide le indicazioni prestazionali riportate negli allegati, limitatamente a questa verifica si ipotizza di installare il prefabbricato in condizioni ambientali aggressive ai sensi della Tab. 4.1.III del D.M. 17.1.2018.

Procedendo in favore di sicurezza si valuta l'apertura delle fessure (*nell'ipotesi di acciaio ordinario con armature poco sensibili*) per gli elementi più sollecitati della vasca di fondazione. Tale schema strutturale è soggetto nella verifica a fessurazione massima ai carichi distribuiti e concentrati competenti.

Di seguito, nell'allegato dei calcoli, è riportata la verifica completa a fessurazione delle parti strutturali più sollecitate del fondo e dei rialzi. Si evidenziano di seguito i massimi valori di apertura delle fessure in condizione Rara (3), Frequente (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo riportato in allegato.

### Fondo vasca

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
Elem.: **PLATEA di fond.** Gruppo: **5** Tabella: **FONDO VASCA**  
Descrizione: **Fondo Vasca**  
Rck: **400.00** kg/cm<sup>2</sup> fyk: **4580.0** kg/cm<sup>2</sup> Condizioni ambientali: **Aggressiva**  
Copriferro sup.: **2.5** cm Copriferro inf.: **2.5** cm  
Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
dxx base sup.: **5** mm dxx base inf.: **5** mm pxx: **20** cm dxx agg.: **8** mm pxx agg.: **80** cm  
dyy base sup.: **5** mm dyy base inf.: **5** mm pyy: **20** cm dyy agg.: **8** mm pyy agg.: **80** cm  
Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc, Sf, w)

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cmq / 20 cm		cmq / 20 cm		kg/cmq		mm	
405 3	0	11	0	98	0.20	0.20	1.08	0.20	-91.16	1917.1	--	rara
221 3	0	11	0	73	0.20	0.20	0.57	0.20	-84.95	2553.5	--	rara
221 4	0	10	0	61	0.20	0.20	0.57	0.20	--	--	0.30	freq.
405 5	0	9	0	82	0.20	0.20	1.08	0.20	-75.80	--	0.17	quasi perm.
231 5	0	12	0	69	0.20	0.20	0.82	0.20	-70.32	--	0.20	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per i rialzi della vasca nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per condizioni ambientali aggressive risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure w pari a:

$CC_4(\text{frequente}) \max = w \ 0.30\text{mm} \leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$  (punto 4.1.2.2.4 comma c)

$CC_5(\text{quasi permanente}) \max = w \ 0.20\text{mm} \leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$  (punto 4.1.2.2.4 comma c)

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la “fessurazione”.

## Rialzi della vasca

Lavoro: **BDM2 670 R1-70P** Intestazione lavoro: **BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla**  
 Elem.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **6** Tabella: **RIALZI VASCA**  
 Descrizione: **Rialzi Vasca**  
 Rck: **400.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Condizioni ambientali: **Aggressiva**  
 Copriferro sup.: **2.5** cm Copriferro inf.: **2.5** cm  
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sxy: **0.50**  
 dxx base sup.: **5** mm dxx base inf.: **5** mm pxx: **22** cm dxx agg.: **10** mm pxx agg.: **80** cm  
 dyy base sup.: **5** mm dyy base inf.: **5** mm pyy: **22** cm dyy agg.: **10** mm pyy agg.: **80** cm  
 Orientamento armature: **rif.\_globale** Angolo di posa delle armature: **0.00** gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc, Sf, w)

El. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/22 cm	kg*m/22 cm	kg/22 cm	kg*m/22 cm	cmq / 22 cm		cmq / 22 cm		kg/cmq		mm	
138 3	18	-12	-231	-109	0.20	0.20	0.20	0.41	-35.46	1969.7	--	rara
138 5	-13	-10	-193	-91	0.20	0.20	0.20	0.41	-29.34	--	0.00	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per i rialzi della vasca nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per condizioni ambientali aggressive risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure w pari a:

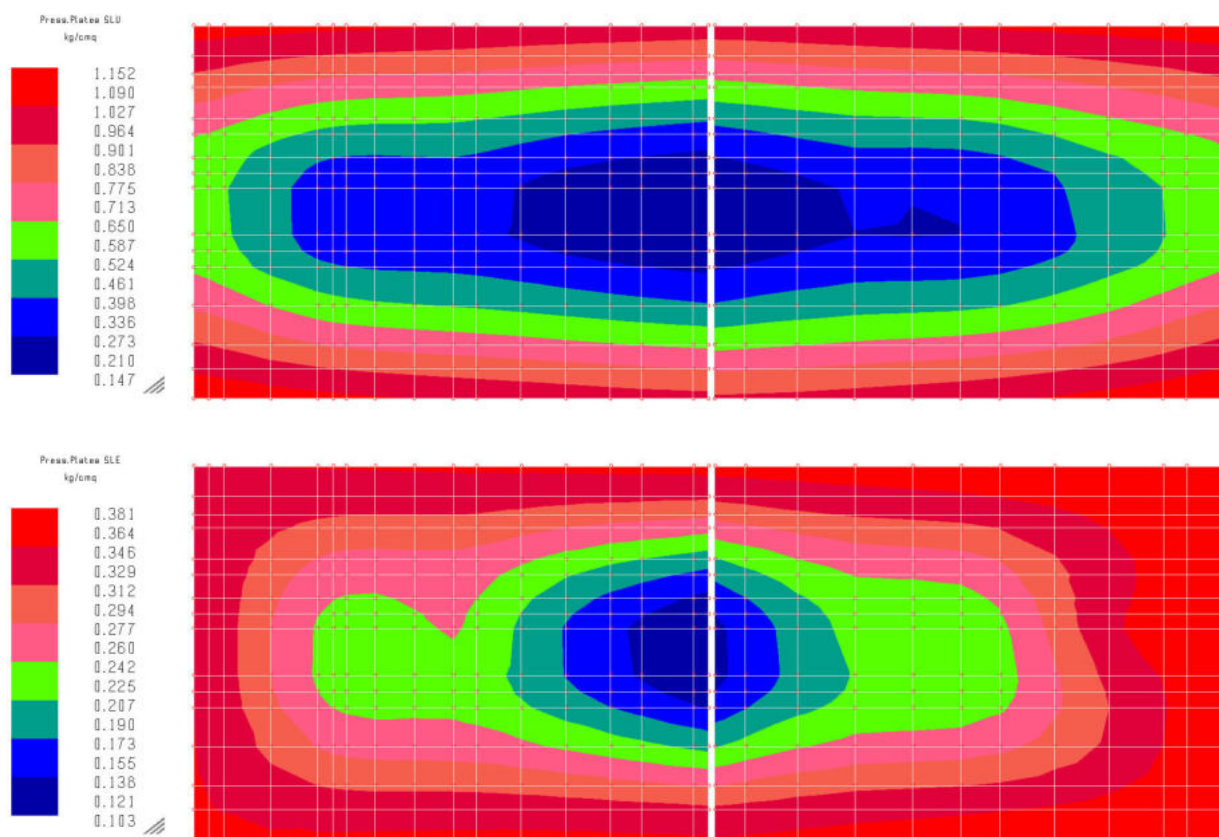
$CC_4(\text{frequente}) \max = w \text{ 0.00mm } << w_2 = \text{0.30 mm}$  (punto 4.1.2.2.4 comma c)

$CC_5(\text{quasi permanente}) \max = w \text{ 0.00mm } << w_1 = \text{0.20 mm}$  (punto 4.1.2.2.4 comma c)

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la “fessurazione”.

## Pressioni della “platea-vasca” sul terreno fondale

Si riporta di seguito la pressione esercitata sul suolo della vasca prefabbricata considerando le azioni indotte dal prefabbricato di elevazione in esercizio e comprese le azioni esterne sopra valutate.



Si rileva dai diagrammi una pressione massima della platea sul terreno in SLV pari a:

$$1.152 \text{ kg/cm}^2$$

che risulta inferiore ai carichi limite riscontrabili per la generalità dei terreni rilevati nella zona di installazione.

Sarà comunque opportuno verificare le ipotesi considerate secondo la relazione geologica e geotecnica a scavo aperto per adottare eventualmente le modifiche che si dovessero rendere necessarie in corso d'opera ed operare in tempi brevi per evitare l'esposizione dei terreni di posa agli agenti atmosferici.

### **7.3 AZIONI ECCEZIONALI (incendio esplosioni urti Cap. 3.6 NTC)**

In accordo con la committenza ENEL non sono considerate tali azioni di cui al cap. 3.6 delle NTC vista la destinazione d'uso del prefabbricato di Cabina Elettrica MT/BT.

Il prefabbricato framar-TMT BDM2\_70p non contiene di solito materiale esplosivo e viene utilizzato distante dagli edifici, viene recintato e soprattutto non permane alcuna persona al suo interno.

La presenza degli operatori all'interno del fabbricato è di circa 1 - 2 volte all'anno e per un periodo massimo di permanenza di 2 ore.

Vista la bassa probabilità che avvenga un evento accidentale quando sia presente il personale ENEL all'interno del piccolo fabbricato, anche in accordo con il Committente, appare antieconomico investire delle risorse nei confronti delle azioni eccezionali per preservare la funzionalità di un vano tecnico con queste funzioni.

### **7.4 ALTRE PROPRIETÀ e PRESTAZIONI della COSTRUZIONE**

#### ***Resistenza e reazione al fuoco***

In merito alle proprietà e prestazioni richieste alla costruzione per il rischio derivante da incendio, si evidenzia che non è stata valutata la resistenza al fuoco relativa alla capacità portante R, all'integrità E ed all'isolamento I. Si evidenzia anche che all'interno della costruzione di solito e per l'uso prestabilito, non vi è presenza di personale e non sussiste la necessità di garantire evacuazione degli occupanti.

La proprietà committente del prefabbricato nel sito di installazione dovrà opportunamente valutare ed adottare ulteriori sistemi di protezione attiva e passiva nei confronti dell'incendio in funzione dell'effettivo utilizzo del prefabbricato e ciò in modo da garantire i parametri minimi di resistenza al fuoco quando richiesti dall'uso.

#### ***Proprietà Acustiche***

In merito alle prestazioni richieste alla costruzione per le proprietà di isolamento acustico del prefabbricato, per via aerea e per l'isolamento del rumore di calpestio, si evidenzia che non è stato stimato tale isolamento né mediante calcolo né misurato mediante prove ritenendole in genere non pertinenti. La proprietà committente del prefabbricato nel sito di installazione e per l'uso effettivo, ed anche a confronto con costruzioni limitrofe, dovrà opportunamente valutare ed adottare ulteriori sistemi di protezione attiva e passiva nei confronti del rumore in funzione dell'effettivo utilizzo del prefabbricato ed in modo da garantire i parametri minimi eventualmente richiesti dalla Normativa e dall'uso.

#### ***Proprietà Termiche e di Isolamento***

In merito alle prestazioni richieste alla costruzione per le proprietà di isolamento termico del prefabbricato, si evidenzia che non è stato stimato tale isolamento né mediante calcolo né misurato mediante prove ritenendole in genere non pertinenti.

La proprietà committente del prefabbricato nel sito di installazione, in conseguenza all'uso effettivo, dovrà opportunamente valutare ed adottare ulteriori sistemi di isolamento termico aggiuntivo in funzione dell'effettivo utilizzo del prefabbricato e ciò in modo da garantire i parametri minimi eventualmente richiesti da tale uso.



## 7.5 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

ai sensi del cap. 10 del D.M. 17.1.2018

È stata preliminarmente esaminata la documentazione a corredo del software utilizzato.

software: MASTERSAP TOP 2022

produttore: AMV srl via San Lorenzo 106 34077 Ronchi dei Legionari (Go).

Si riportano di seguito una esauriente descrizione delle basi teoriche generali e degli algoritmi impiegati.

AMV S.r.l.  
Via San Lorenzo, 106  
34077 Ronchi dei Legionari  
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.  
Fax +39 0481.777.125  
E-mail: info@amv.it  
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.  
P.Iva: IT00382470318  
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



### **Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LIFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
Amministratore Unico  
Ing. Luciano Migliorini



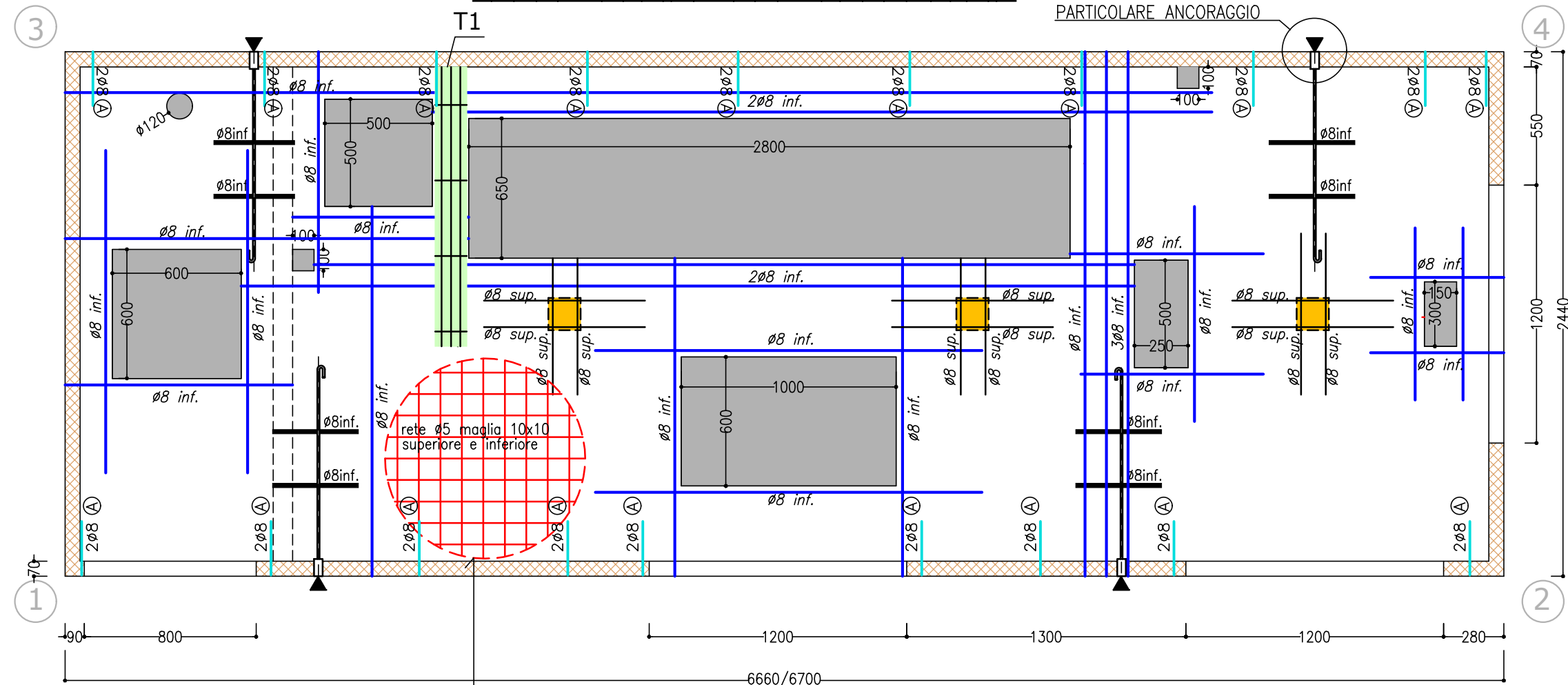
## 7.6 PIANO di MANUTENZIONE dell'OPERA IN C.A.

ai sensi del cap. 10.1 del D.M. 17.1.2018

Opera Prefabbricata  Parte strutturale dell'opera	Modalità di Manutenzione	Periodicità
SCATOLARE PREFABBRICATO in c.a.	<p>Ispezionare il manufatto prefabbricato BDM2_70p -R1- e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eventuali fenomeni di deterioramento e di degrado dei materiali con particolare attenzione alle solette di copertura ed alle pareti strutturali in c.a.</li> <li>▪ eventuali fenomeni di dissesto delle strutture (lesioni, fessure, distacchi, cedimenti differenziali ecc.)</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei copriferri di parete e di soletta e, se si presentano affioramenti delle armature, provvedere al ricoprimento con rasatura a regola d'arte di betoncini specifici e ripitturazioni protettive.</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disgreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali;</li> <li>▪ lo stato dei vincoli e delle unioni tra la soletta di copertura ed il fusto come descritto nella Tav. n°4.</li> </ul>	Cadenza annuale
ANCORE di sollevamento	<p>Ispezionare accuratamente le ANCORE di sollevamento e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eventuali fenomeni di eccessiva ossidazione delle boccole di acciaio;</li> <li>▪ lo stato e lo spessore filmogeno e lubrificante dei grassi protettivi dell'ancora e, se necessario, integrare il film protettivo a protezione nel tempo e per un minimo di protezione corrispondente alla periodicità;</li> <li>▪ lo stato di conservazione delle parti in c.a. che perimetrano la zona del prefabbricato che circonda l'ancora e, se si presentano lesioni o microlesioni, provvedere a rasature protettive dall'area interessata con betoncini, o a segnalare il problema qualora si rendesse necessario la ristrutturazione vera e propria dell'ancoraggio (ancore+cls).</li> <li>▪ a conclusione di ogni ispezione il Tecnico incaricato dovrà, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio ordinario e straordinario ed esprimere un giudizio riassuntivo dello stato delle ancore per garantire i futuri sollevamenti del prefabbricato che comunque dovranno avvenire solo ed esclusivamente escludendo preventivamente tutte le apparecchiature pesanti dall'interno del prefabbricato e verificando i limiti di carico descritti nella Tav. n°1.</li> </ul>	Cadenza annuale
GUAINE di copertura	<p>Ispezionare le Guaine Elastomeriche di copertura e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eventuali accumuli di detriti e polveri di deposito che non permettono il corretto deflusso dell'acqua piovana sulla copertura verso il perimetro esterno;</li> <li>▪ lo stato di degrado delle guaine di copertura con verifica delle azioni negative atmosferiche sulle stesse;</li> <li>▪ l'assenza di crepe che potrebbero permettere infiltrazioni nelle strutture in c.a. ed effettuare eventuali ripristini delle guaine elastomeriche.</li> </ul>	Cadenza annuale
FONDAZIONE	Ispezionare accuratamente la FONDAZIONE e controllare:	Cadenza triennale


	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lo stato della vasca di fondazione al perimetro esterno e rilevare eventuali presenze di fessure o crepe nel cls;</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei copriferri della vasca e se si presentano affioramenti delle armature provvedere al ricoprimento con rasatura di betoncini specifici con azione protettiva ed impermeabilizzante;</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disgreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali;</li> <li>▪ lo stato del terreno all'intorno della fondazione accertando l'assenza di percolazioni d'acqua dall'esterno che, per la loro azione erosiva, nel tempo abbiano abbassato le caratteristiche portanti del terreno o creato vuoti. Se del caso, dovrebbero essere colmati e ben costipati i vuoti e gli avvallamenti verificando inoltre che le acque esterne tendano con certezza allontanarsi dal manufatto.</li> <li>▪ dovrà inoltre essere accertato lo stato di conservazione delle ancore di sollevamento di questo prefabbricato come indicato al punto precedente.</li> <li>▪ sotto soletta di calpestio, controllare accuratamente l'efficacia e la messa in forza dei pilastri di appoggio visionando gli stessi dalle consuete forometrie o cunicoli presenti nella soletta di calpestio.</li> </ul>	
--	---	--

# FONDO CABINA CON FOROMETRIE



armature soletta di fondo cabina  
rete ø5 maglia 10x10 superiore e inferiore  
ripiegata sul lato 1-2 e sul lato 3-4  
(disporre distanziatori tra le reti di circa 5 cm)  
VEDI TAV. 5 sez. B-B

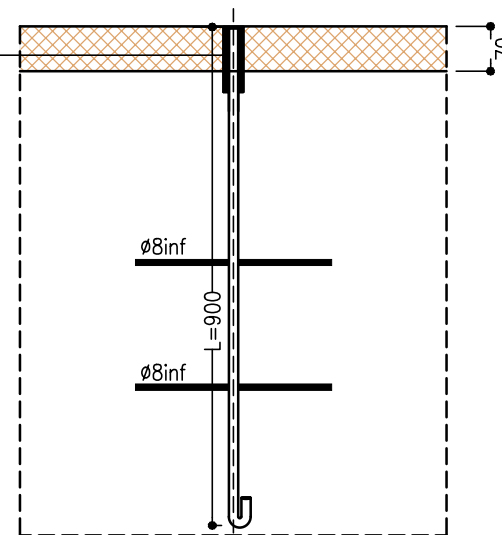
Portata 6300Kg/ancora  
tipo art. 05.514.364  
con L=900mm  
(ancora inserita tra la rete  
sup. ed inf. della soletta)

 pilastri intradossali tra soletta calpestio e vasca di fondazione messi opportunamente in forza

N.B: schematizzazione armature valida anche per la variante con locale misure a destra.

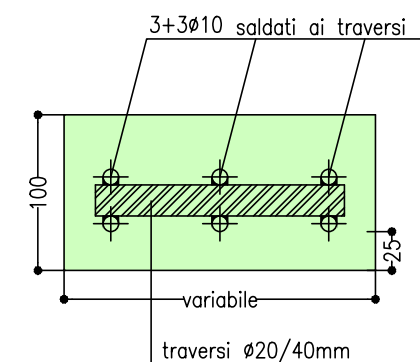
N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	=25mm

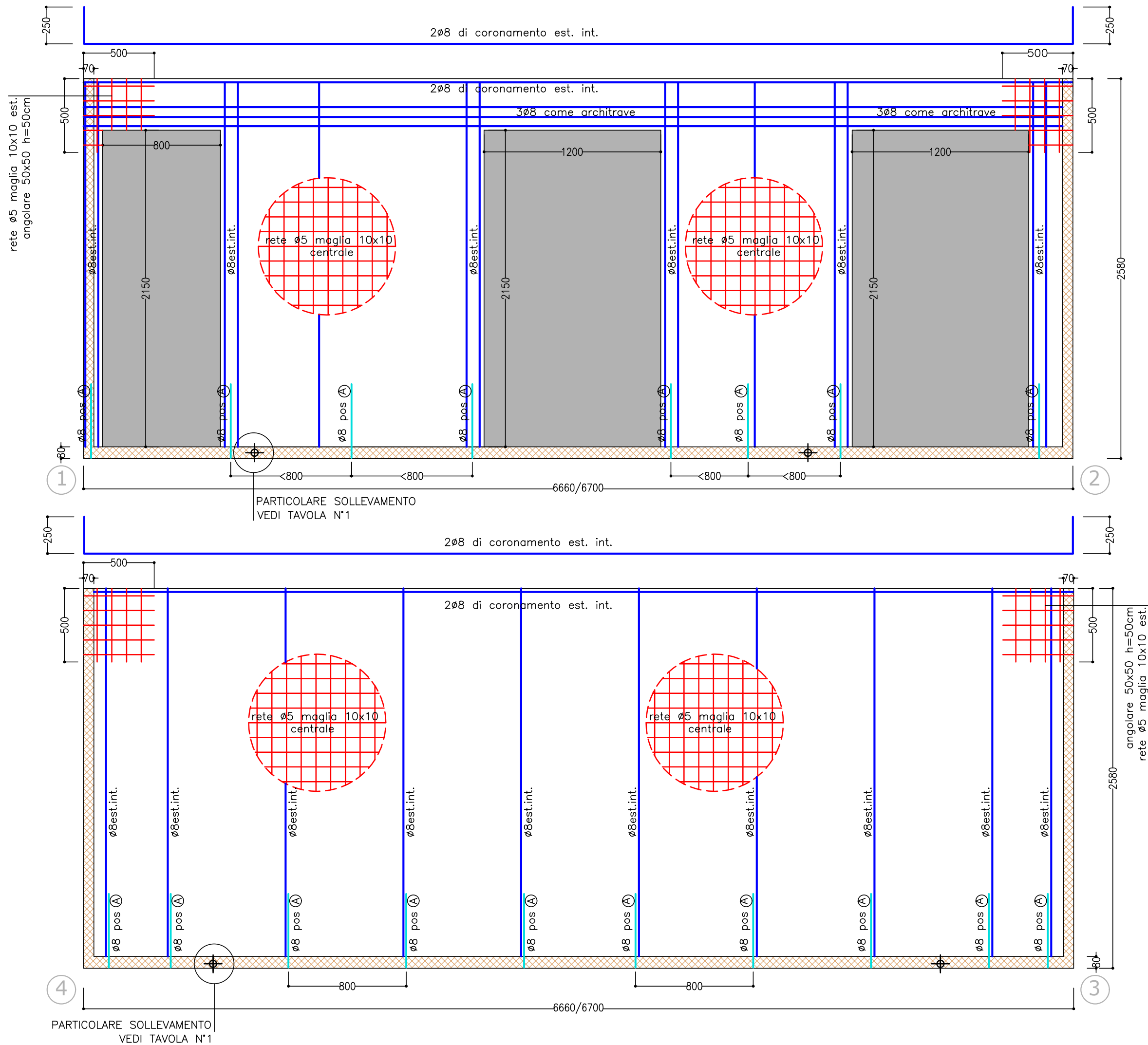


**PARTICOLARE ANCORE PER SOLLEVAMENTO CON PRESA DAL FONDO**  
(solo con anello di inversione)

**travetta T1 tra forometrie**



	Data	Nome	FILE: Tavola 1	SCALA: 1:25
disegnato	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 670	
<b>framar</b> – TMT s.r.l. 25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 030/9636104-963362 Fax 030/9637106				
TAVOLA				<b>1</b>



rete Ø5 maglia 10x10 est.  
angolare 50x50 h=50cm

PARTICOLARE SOLLEVAMENTO  
VEDI TAVOLA N°1

PARTICOLARE SOLLEVAMENTO  
VEDI TAVOLA N°1

disegnato	Data	Nome	FILE: Tavola 2	SCALA: 1:25
revisione2	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
			VERSIONE: BOX 670	

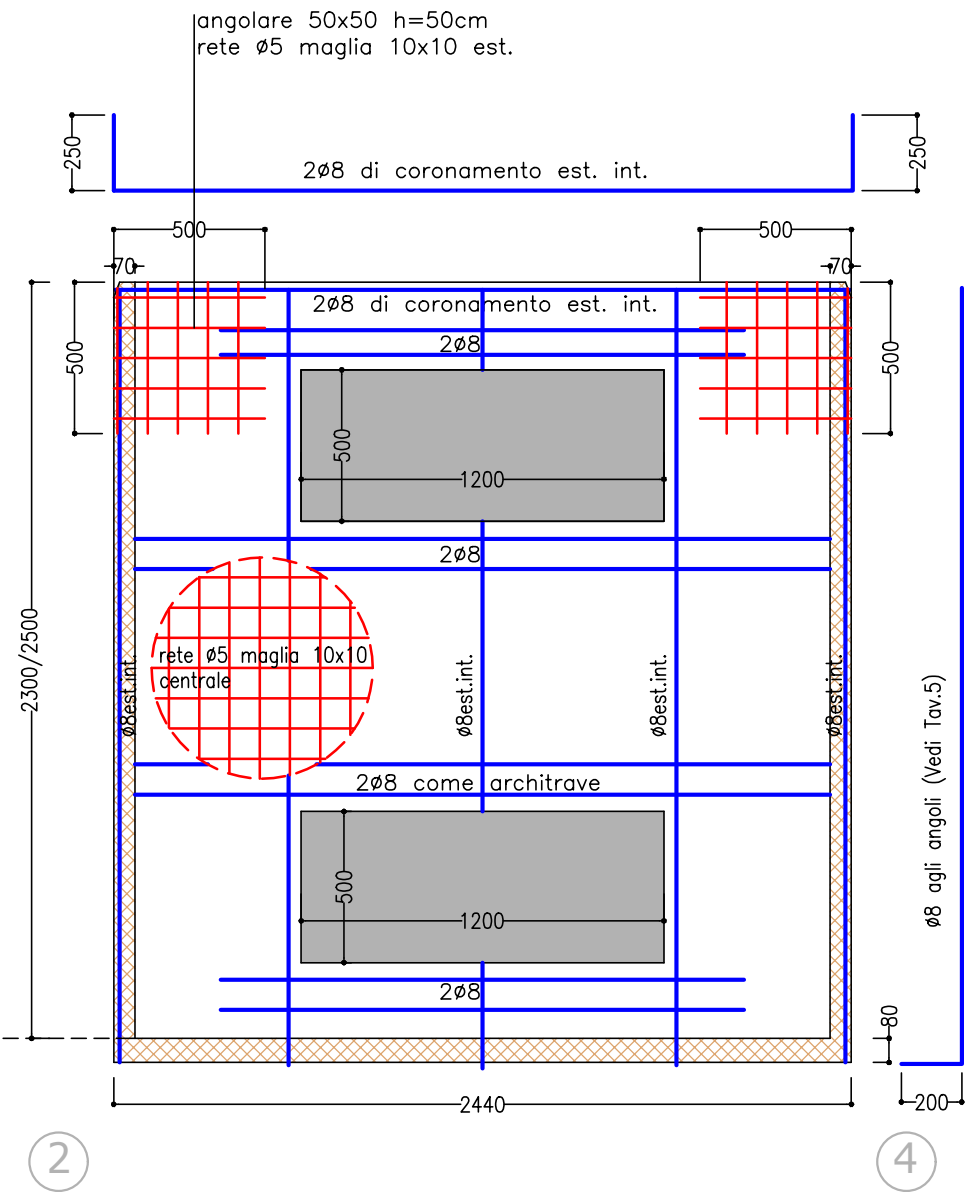
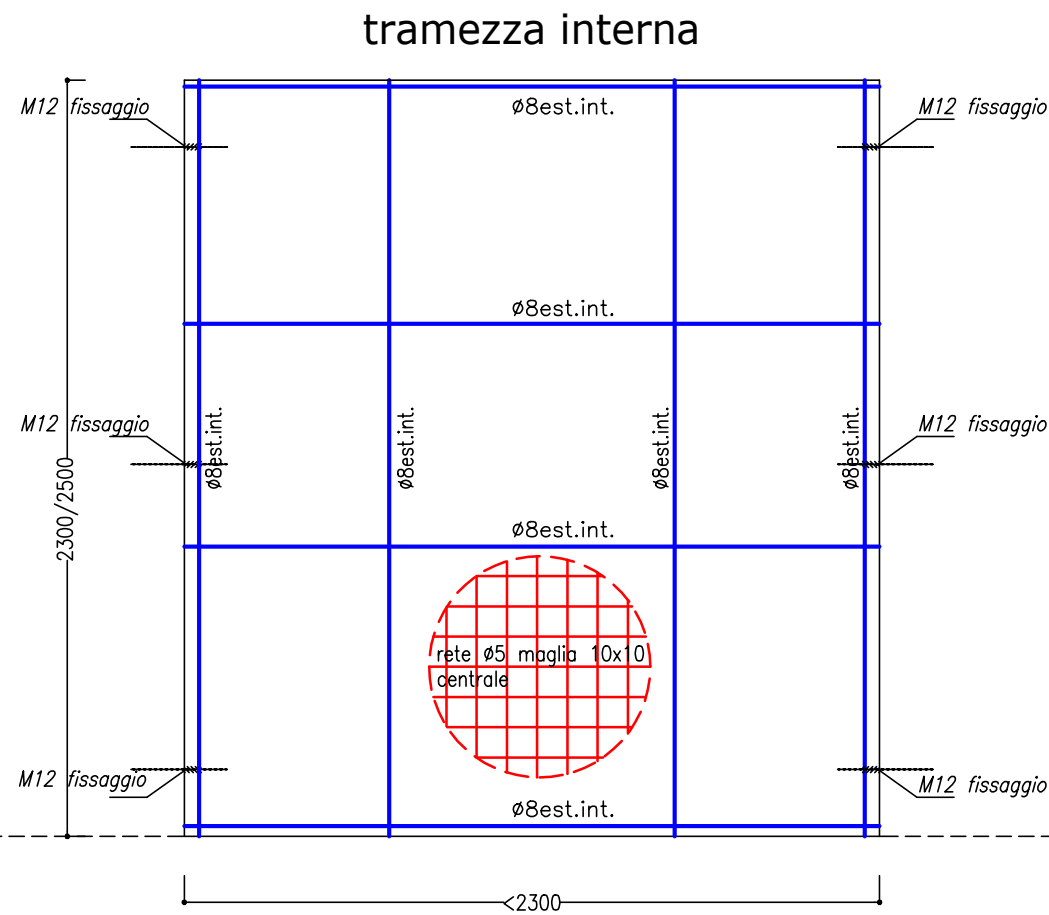
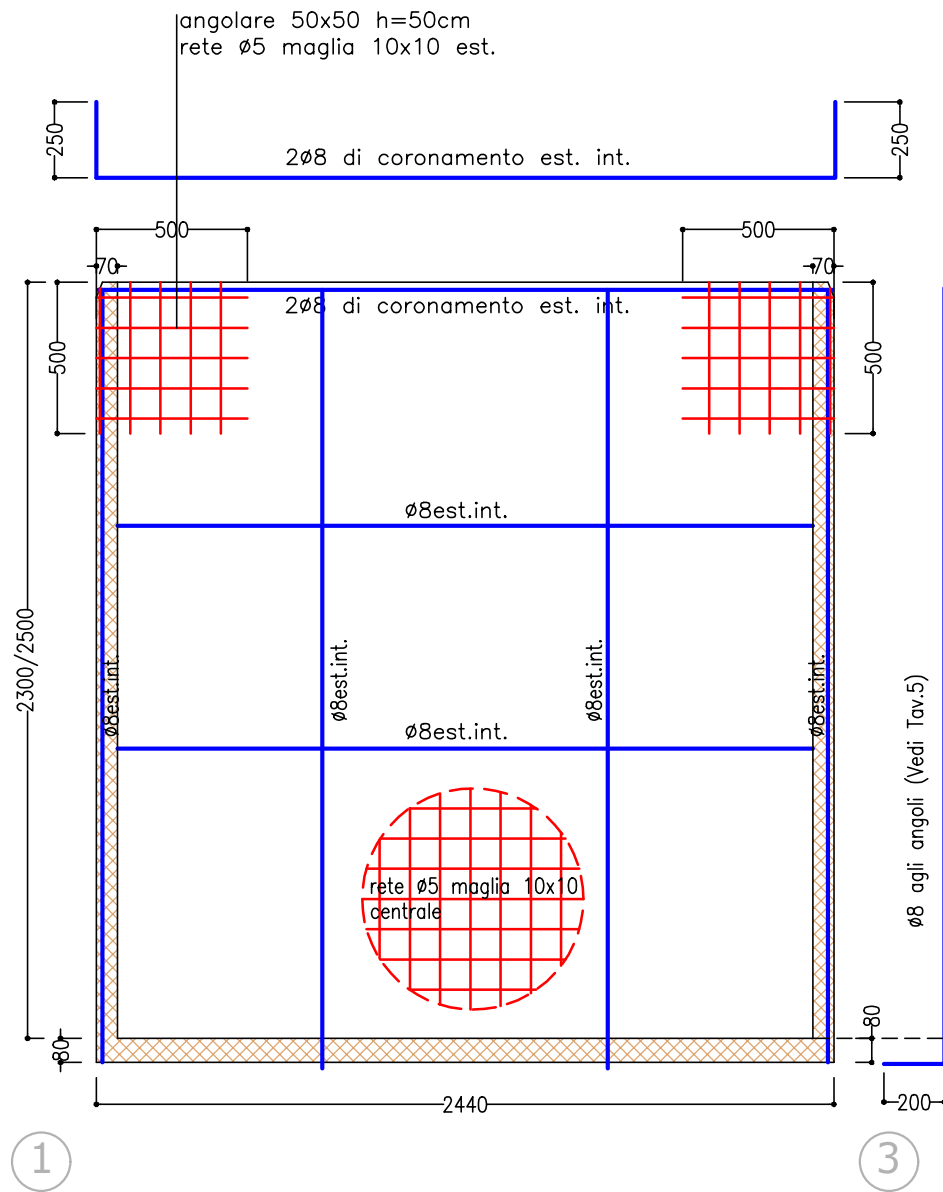
TMT S.r.l.  
25010 PONTE S. MARCO (Brescia)  
via Commercio, 2 (S.S.11)  
Tel. 030/9636104-963362- Fax 030/9637106

TAVOLA  
**2**

N.B: schematizzazione armature valida  
anche per la versione con locale misure a  
destra

N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta  
di fondo è obbligatorio l'uso di anello di  
inversione del tiro

- CLS DI AGGREGATO LEGGERO  
RETE ELETTROSALDATA  
ACCIAIO IN BARRE  
ACCIAIO IN BARRE PER  
GANCİ DI SOLLEVAMENTO  
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO  
BULLONI con VITI  
ELETTRODI UNI  
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3 =25mm
- = C32/40  
= B450A  
= B450C  
= B450C  
= 05.514.364  
= 8.8 classe 4  
= E44 classe 4

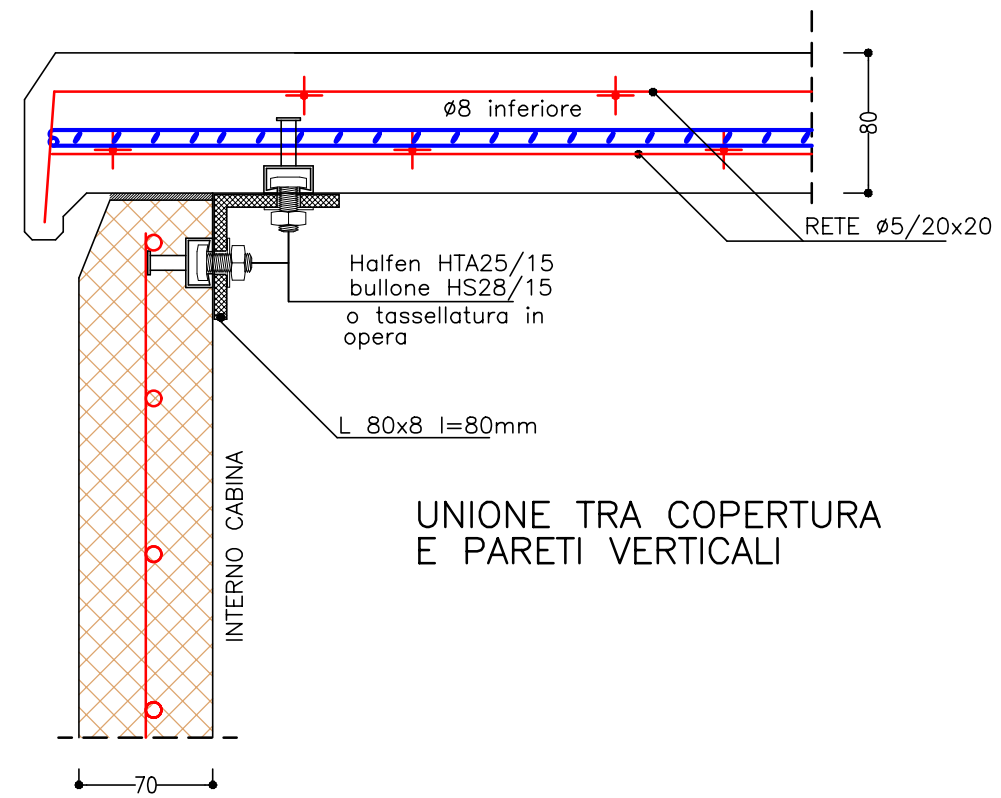
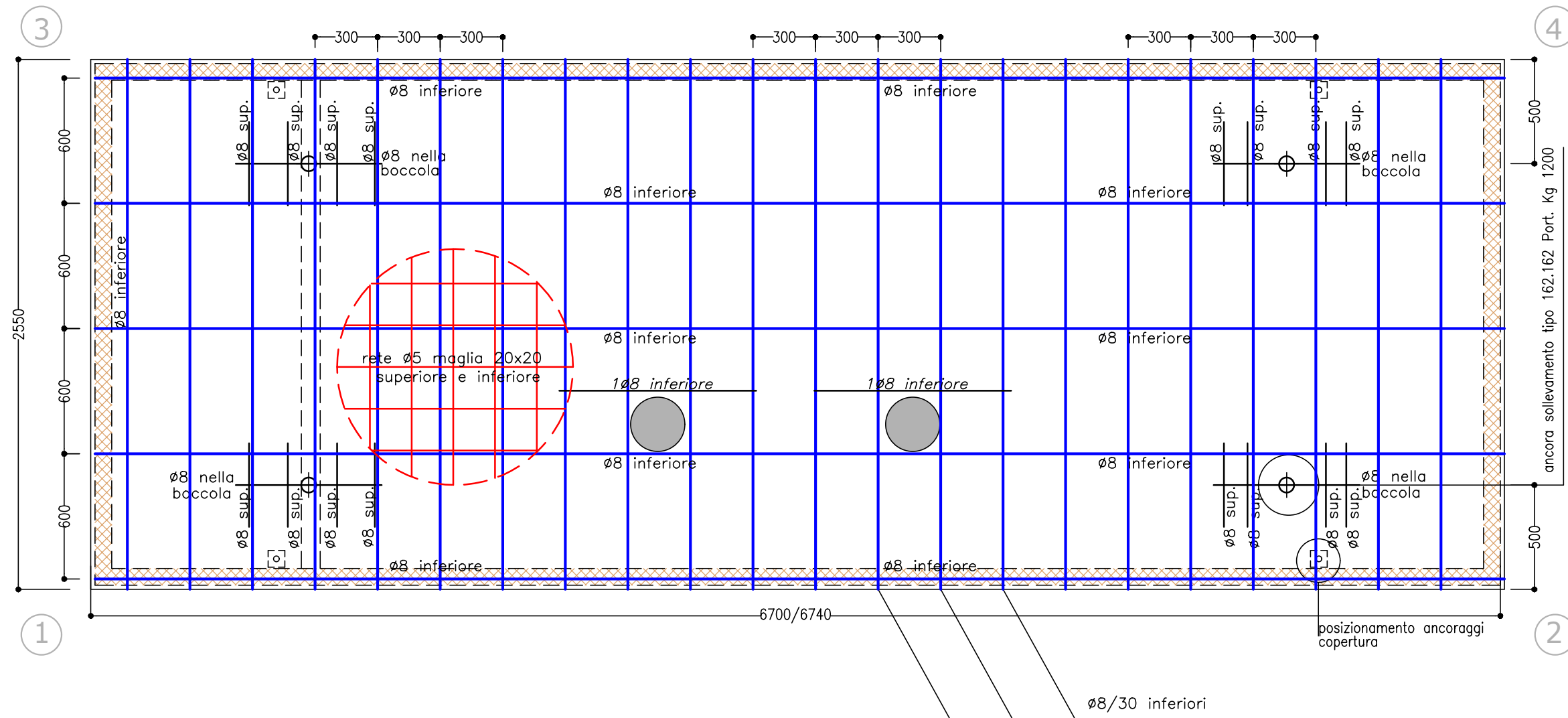


N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	=25mm

	Data	Nome	FILE: Tavola 3	SCALA: 1: 25
disegnato	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 670	
<b>framar</b> – TMT s.r.l.				
25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 030/9636104 – 963362 – Fax 030/9637106				
TAVOLA				3

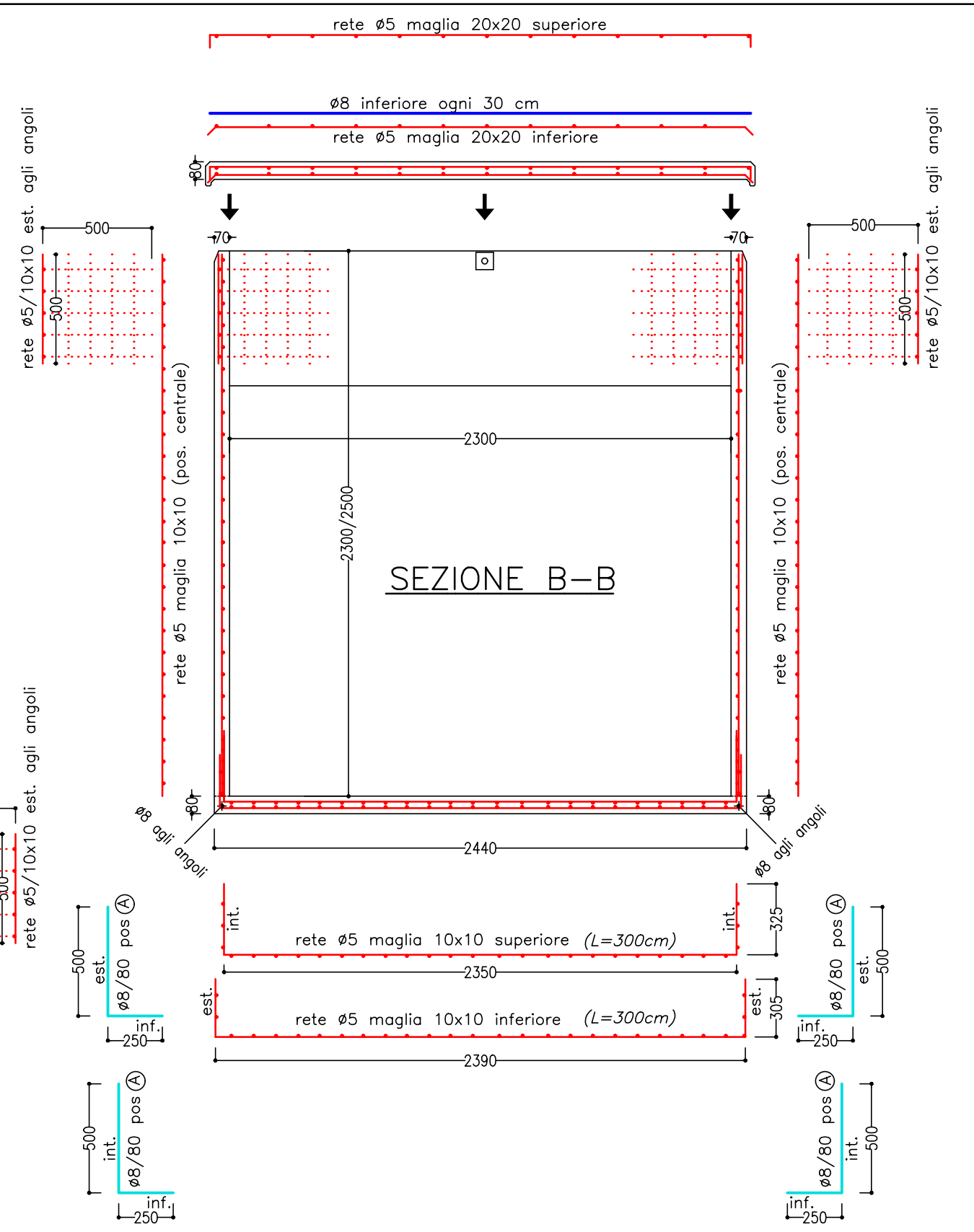
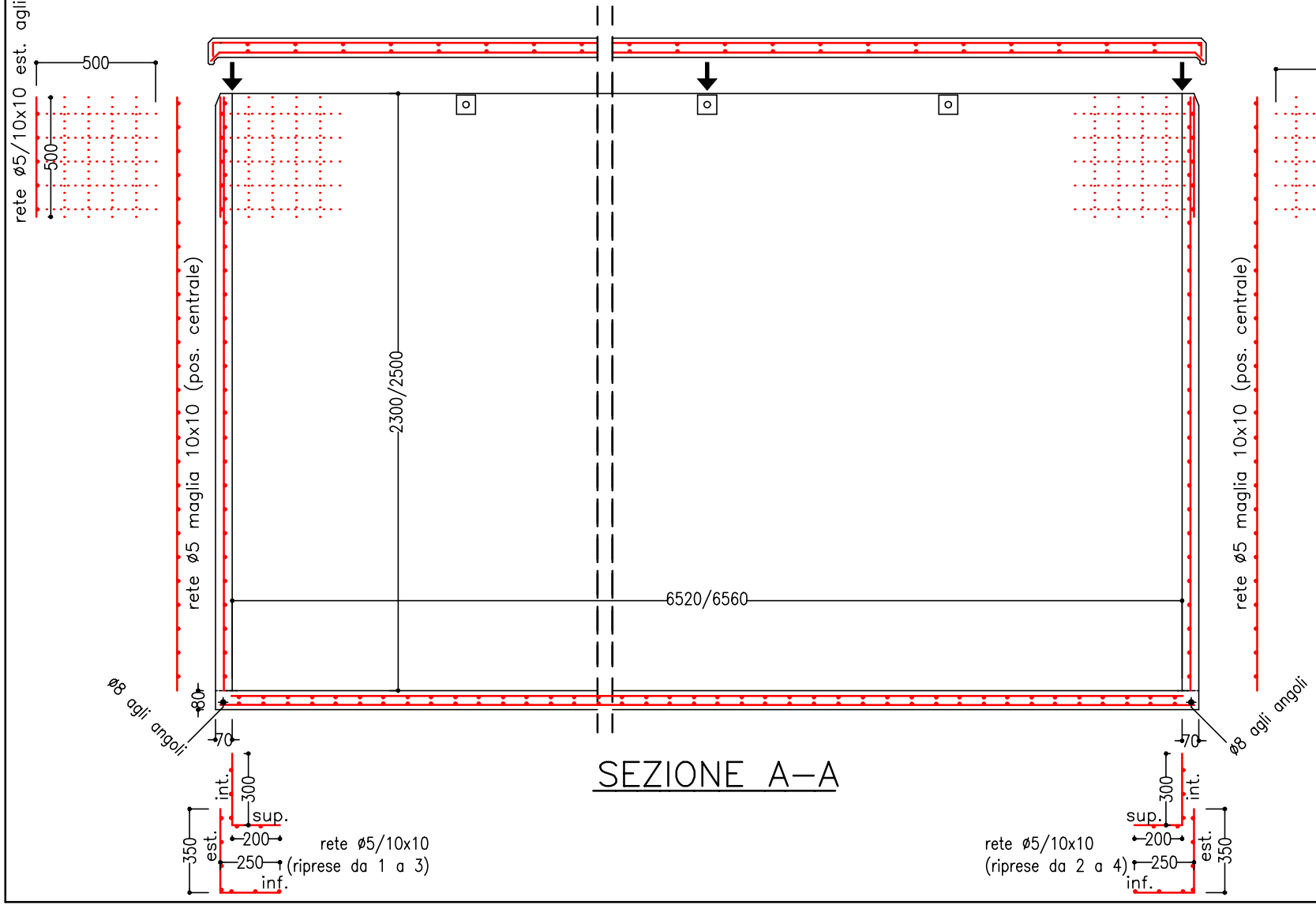
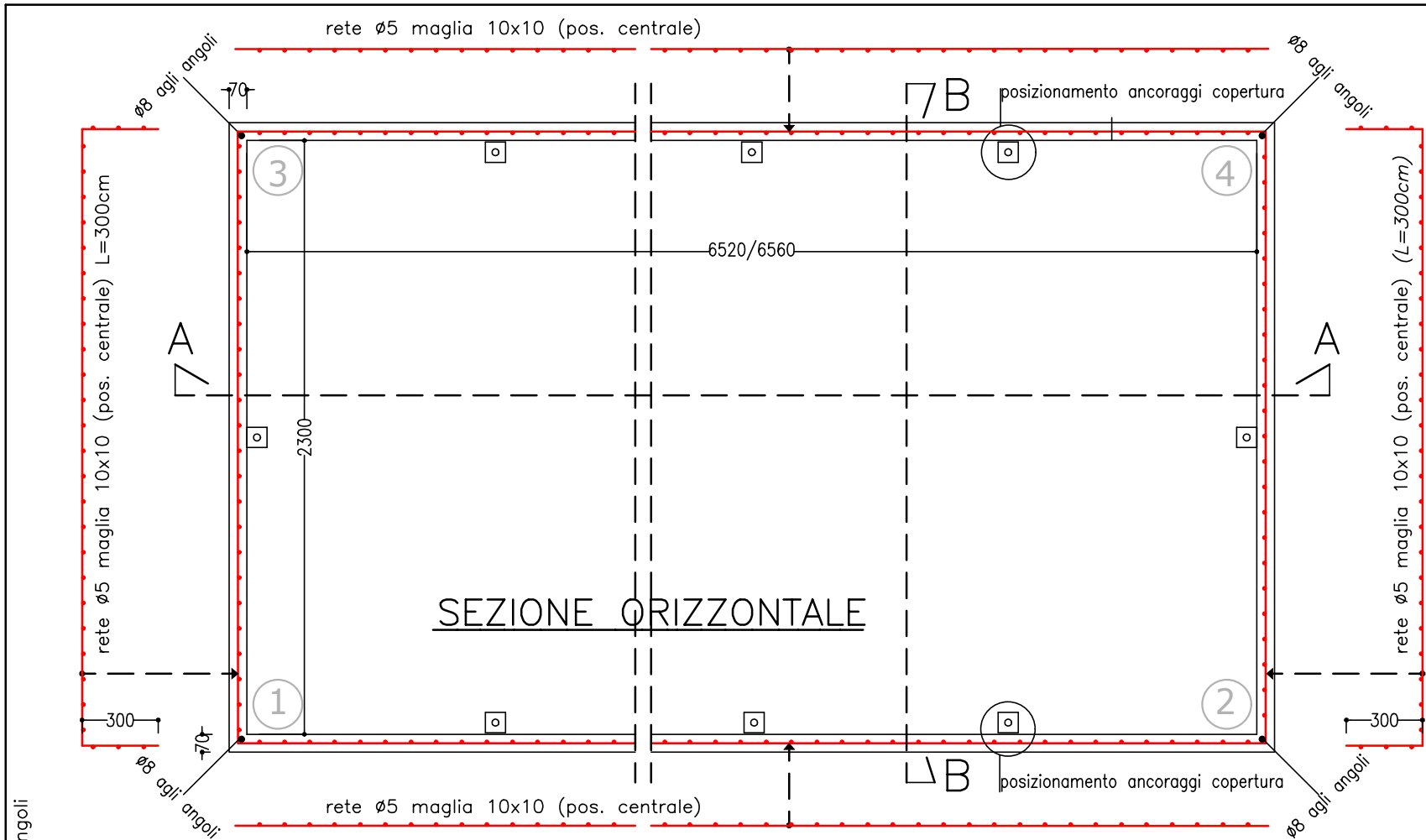
TIPOLOGIA DELLA COPERTURA



N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	=25mm

	Data	Nome	FILE: Tavola 4	SCALA: 1:25
disegnato	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 670	
framar - TMT s.r.l.				TAVOLA 4
25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 030/9636104-963362 Fax 030/9637106				

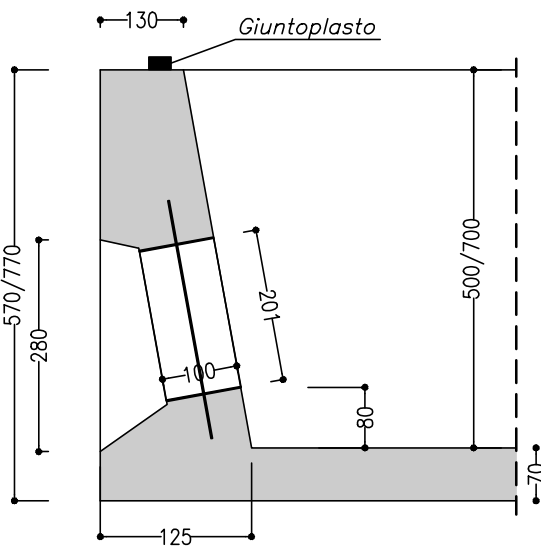
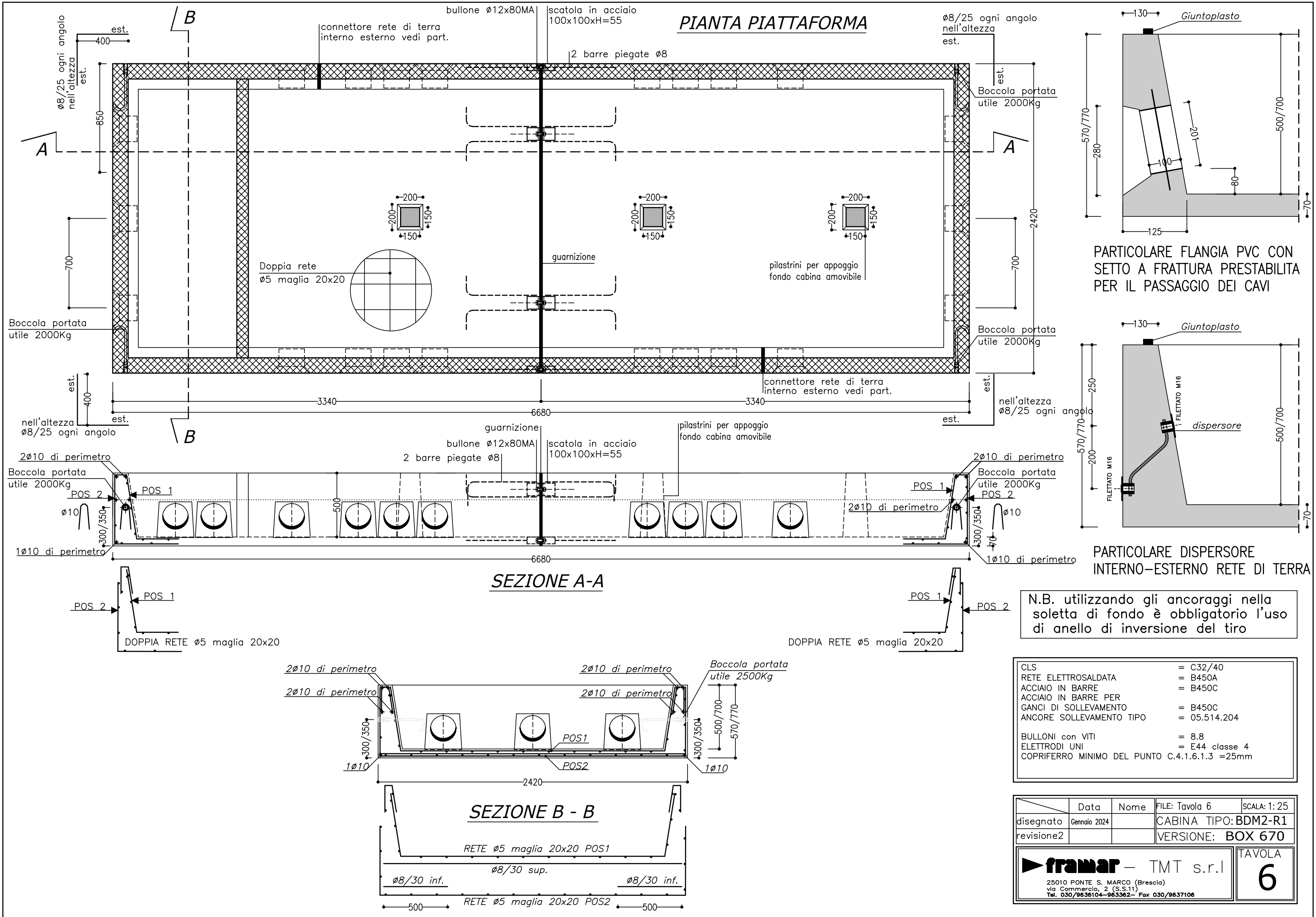


N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

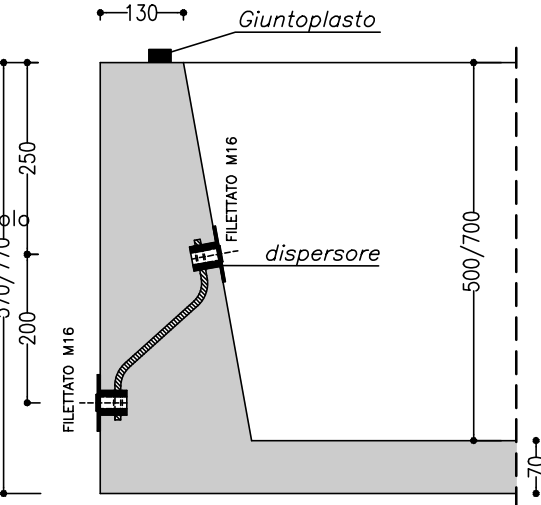
CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	= 25mm

Data	Nome	FILE: Tavola 5	SCALA: 1: 25
disegnato	Gennaio 2024	CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2		VERSIONE: BOX 670	
TAVOLA 5			





PARTICOLARE FLANGIA PVC CON SETTO A FRATTURA PRESTABILITA PER IL PASSAGGIO DEI CAVI



PARTICOLARE DISPERSORE INTERNO-ESTERNO RETE DI TERRA

N.B. utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS	=	C32/40
RETE ELETTRISALDATA	=	B450A
ACCIAIO IN BARRE	=	B450C
ACCIAIO IN BARRE PER GANCI DI SOLLEVAMENTO	=	B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	=	05.514.204
BULLONI con VITI	=	8.8
ELETTRODI UNI	=	E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	=	25mm

disegnato	Data	Nome	FILE: Tavola 6	SCALA: 1: 25
revisione2	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
			VERSIONE: BOX 670	
framar - TMT s.r.l.				TAVOLA
25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 030/9636104-963362- Fax 030/9637106				6

# FRAMAR-TMT S.r.l.

50060 SAN GODENZO (Firenze)

## STRUTTURA PREFABBRICATA

### Box BDM2\_70p – “R1”

D.M. 17/01/2018

750 × 244 (cm)

  
FRAMAR - tmt s.r.l.



IL COMMITTENTE

IL COSTRUTTORE del PREFABBRICATO

IL PROGETTISTA STRUTTURE PREFABBRICATE

: **framar - TMT srl** – Ponte San Marco (BS)

: Ing. Gino Venturucci (Pontassieve - FI)

**ELABORATI GRAFICI**



# ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

PRODUZIONE di COMPONENTI PREFABBRICATI in c.a. / c.a.p.

SERIE DICHIARATA

n. 07/2023 -SD

In conformità al D.M. 17.01.2018 "Norme tecniche per le costruzioni" ed ai sensi dell'art.9 della legge n.1086/1971 si attesta che la ditta:

## FRAMAR TMT s.r.l.

con sede legale: C.da Bassiche n.20 - Brescia  
e stabilimento: Loc. San Bavello, Via Forlivese n. 40 - 50060 S. Godenzo (FI)

ha depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici la documentazione inerente il possesso dei requisiti richiesti dal p.to 11.8.4 delle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.1.2018, in relazione al processo produttivo ed al controllo di produzione in stabilimento finalizzati alla produzione dei seguenti componenti prefabbricati in c.a. e/o c.a.p.:

### • Cabine in c.a. per apparecchiature elettriche:

- tipo Enel DG 2061-90a  
(dimensioni esterne 2,48 x 5,71 x h 2,70 m)
- tipo ENEL DG 2092 BDM2-90a  
(dimensioni esterne 2,48 x 2,04-7,54 x h 2,50-2,70 m)
- tipo BDM2 R1: mod. 90a/70a/70p  
(dimensioni variabili 2,44-2,48 x 2,00-7,54 x h 2,50-2,70 m)
- tipo Enel BDM2 90a Mod.674  
(dimensioni esterne 2,48 x 6,74 x h 2,70 m)
- tipo BDM2 90a Mod.750  
(dimensioni esterne 2,48 x 2,04-7,54 x h 2,50-2,70 m)
- (e relative Vasche di base per tutte le tipologie)

Il presente Attestato ha decorrenza dal 08/06/2023 e validità fino al 07/06/2028, fatto salvo l'obbligo della diversa procedura di marcatura CE connessa all'attuazione del Regolamento dei Prodotti da Costruzione (CPR-Construction Products Regulation) n°305/2011, per le specifiche famiglie di prodotti coperti da norma EN armonizzata.

Il presente Attestato ha l'obiettivo di identificare lo stabilimento di produzione ed i componenti prodotti e non è finalizzato a certificare la concreta idoneità tecnica dei manufatti alle diverse utilizzazioni cui possono essere destinati.

L'Attestato non prevede, da parte del Servizio Tecnico Centrale, l'approvazione tecnica degli elaborati presentati, per i quali il Progettista ed il Produttore, ciascuno secondo le rispettive competenze, sono pienamente responsabili ai sensi di legge, restando altresì nella responsabilità delle figure suddette ogni impiego del prodotto.

L'Attestato si intende sempre riferito ai singoli elementi costruttivi, nei limiti d'impiego indicati nella documentazione tecnica presentata, e non all'opera o al sistema costruttivo che ingloba gli stessi.

Ogni impiego dei componenti strutturali di cui al presente Attestato deve avvenire sulla base di calcoli redatti in conformità alla normativa tecnica vigente al momento dell'utilizzo.

Roma, 5 luglio 2023

IL DIRIGENTE III DIVISIONE  
Ing. Marco PANECALDO

## FONDO CABINA CON FOROMETRIE




Portata 6300Kg/ancora  
tipo art. 05.514.364  
con L=900mm  
(ancora inserita tra la rete  
sup. ed inf. della soletta)

pos. ②

pos. ② 3ø8 sup. L=80cm  
posizionati sopra l'ancora

armature soletta di fondo cabina  
rete Ø5 maglia 10x10 superiore e inferiore  
ripiegata sul lato 1-2 e sul lato 3-4  
(disporre distanziatori tra le reti di circa 5 cm)  
VEDI TAV. 5 sez. B-B

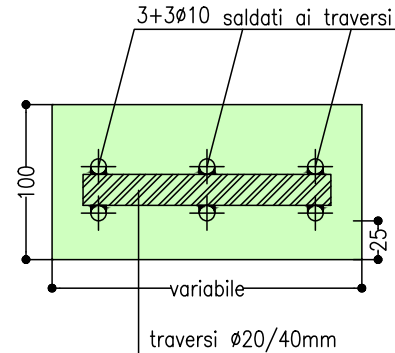
 pilastri intradossali tra soletta calpestio e vasca di fondazione messi opportunamente in forza

N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro


CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTRICALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	=25mm

PARTICOLARE ANCORE PER  
SOLLEVAMENTO CON PRESA DAL FONDO  
(solo con anello di inversione)

travetta T1 tra forometrie



	Data	Nome	FILE: Tavola 1	SCALA: 1: 25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: <b>BDM2-R1</b>	
revisione2			VERSIONE: <b>BOX 750</b>	

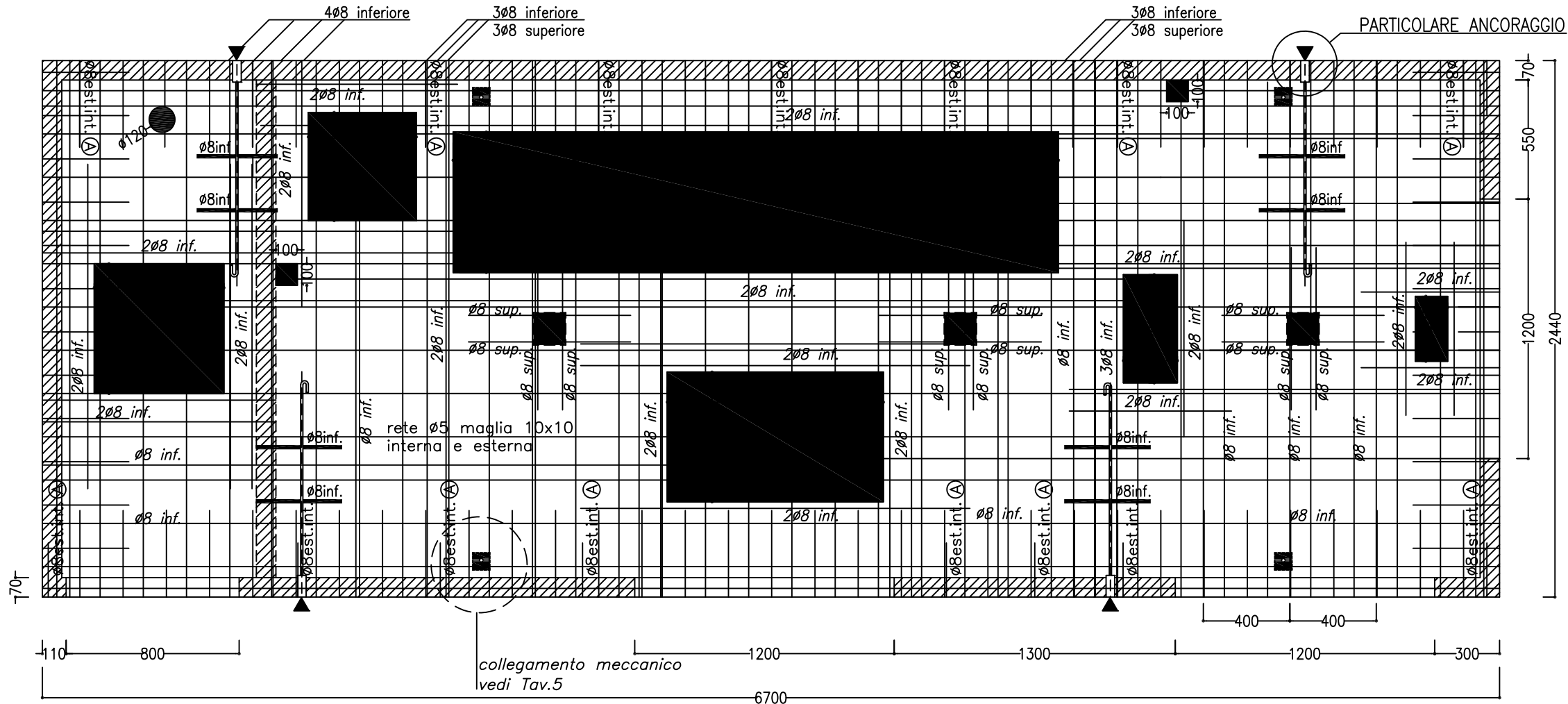

**framar**

— TMT s.r.l.

25010 PONTE S. MARCO (Brescia)  
 via Commercio, 2 (S.S.11)  
 Tel. 030/9636104-963362- Fax 030/9637106

TAVOLA  
1

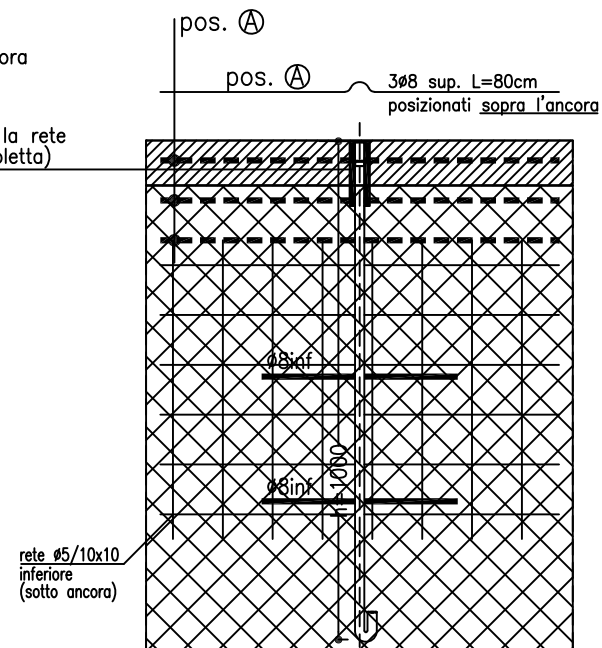
## FONDO CABINA CON FOROMETRIE



Portata 6300Kg/ancora  
tipo art. 05.514.364  
con h=1000mm  
(ancora inserita tra la rete  
sup. ed inf. della soletta)


N.B. utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPIRIFERRO MINIMO DEL PUNTO	C.4.1.6.1.3 =25mm



PARTICOLARE ANCORAGGIO PER  
SOLLEVAMENTO CON PRESA DAL FONDO  
(solo con anello di inversione)

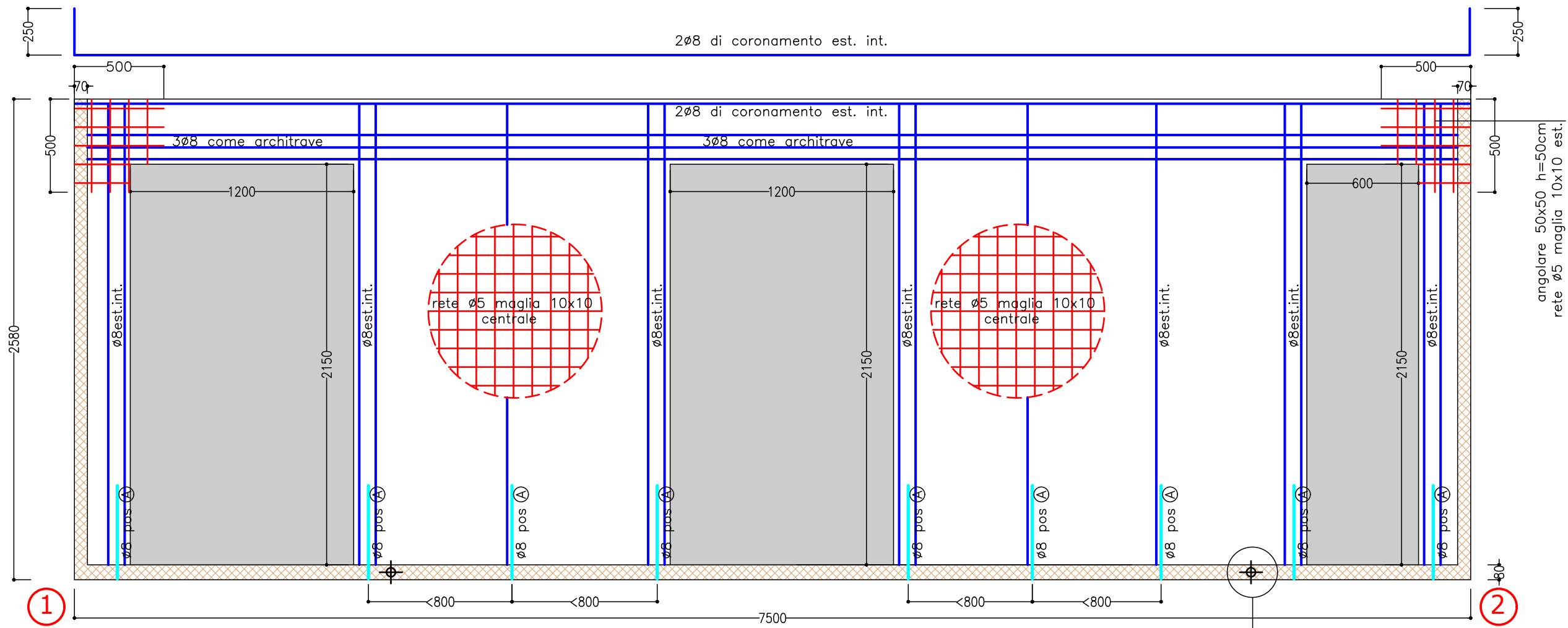
	Data	Nome	FILE:BDM2 674_tav.6	SCALA: 1: 25
disegnato	Aprile 2018		CABINA: <i>BDM2-R1-670</i>	
revisione	Aprile 2022		VERSIONE: <i>9<sup>a</sup> - sett./2021</i>	


**framar** - TMT s.r.l.

**TAVOLA**  
  

1a

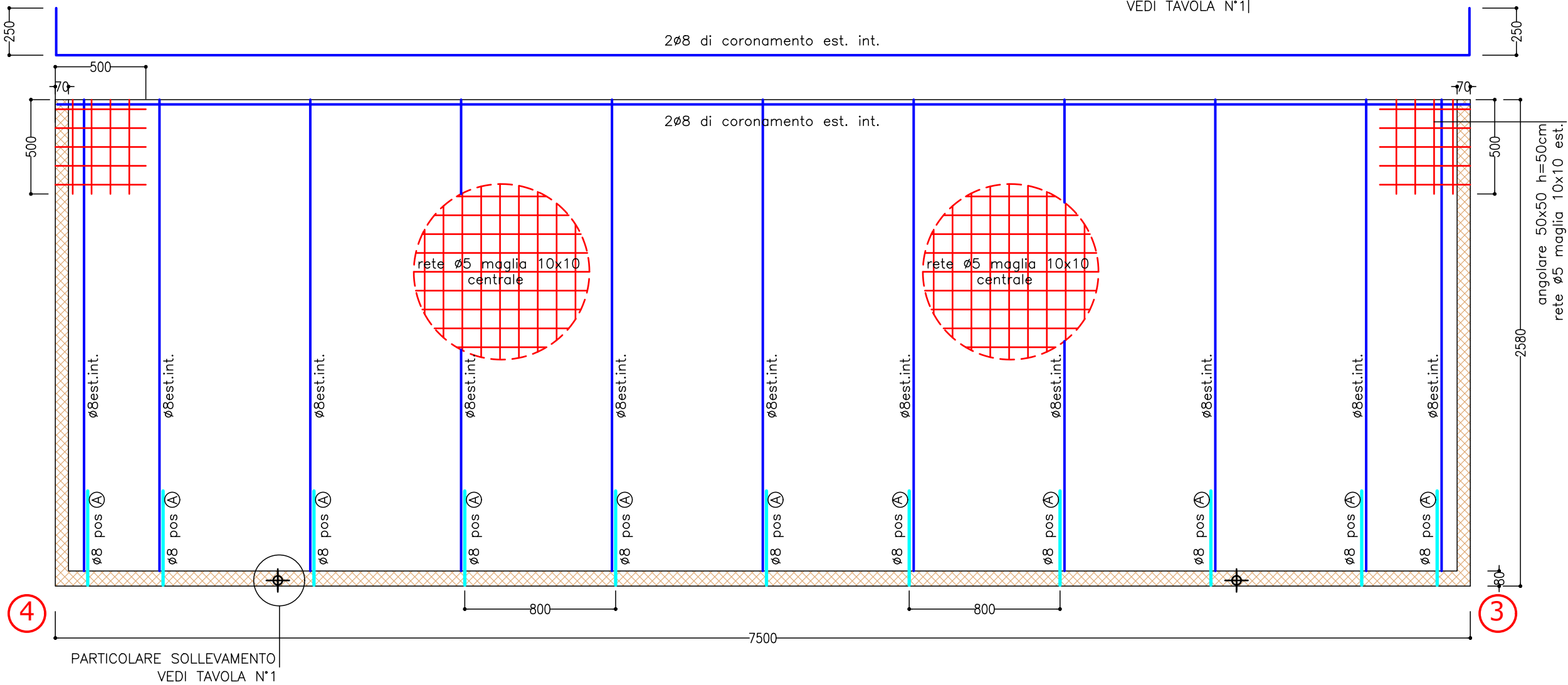
50060 S. GODENZO – Firenze  
 via Forlivese, 40  
 Tel. 055/8379012 – Fax 055/8379025



angolare 50x50 h=50cm  
rete Ø5 maglia 10x10 est.

1

2



angolare 50x50 h=50cm  
rete Ø5 maglia 10x10 est.

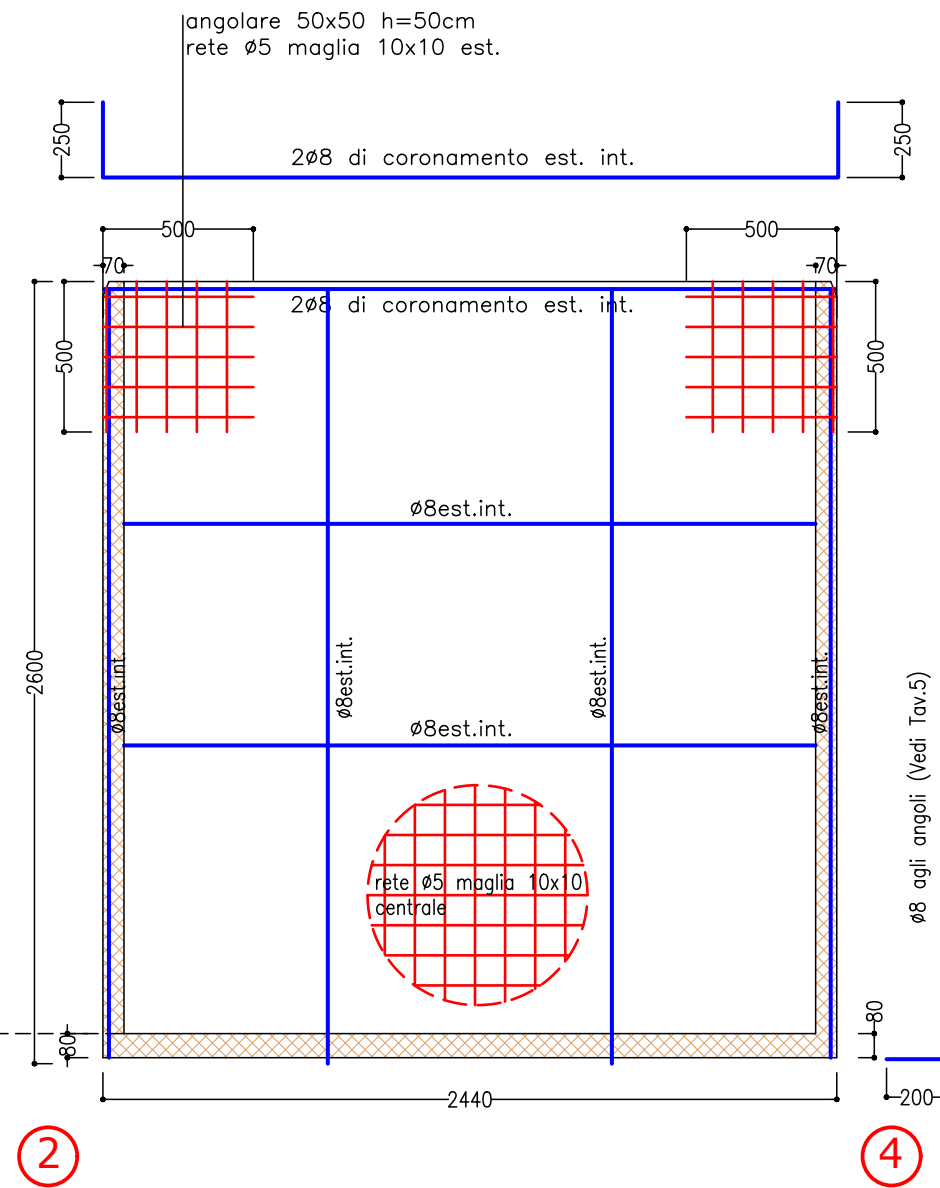
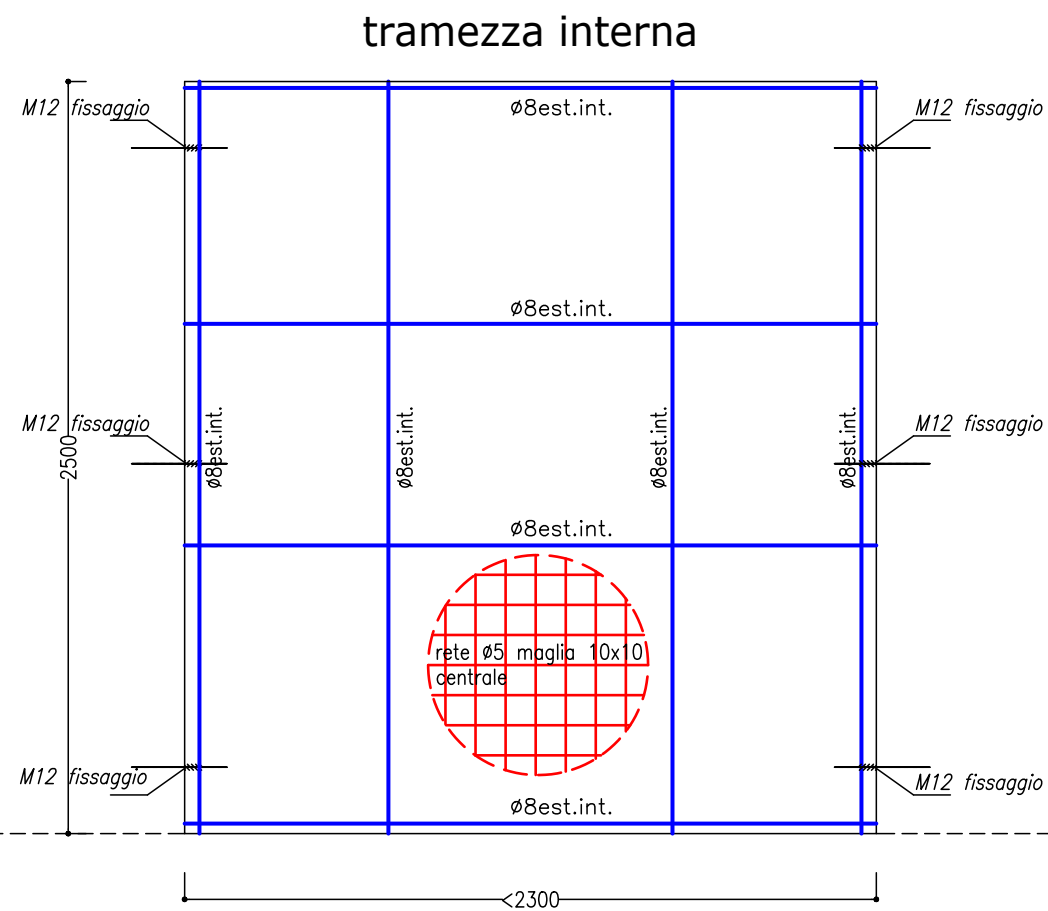
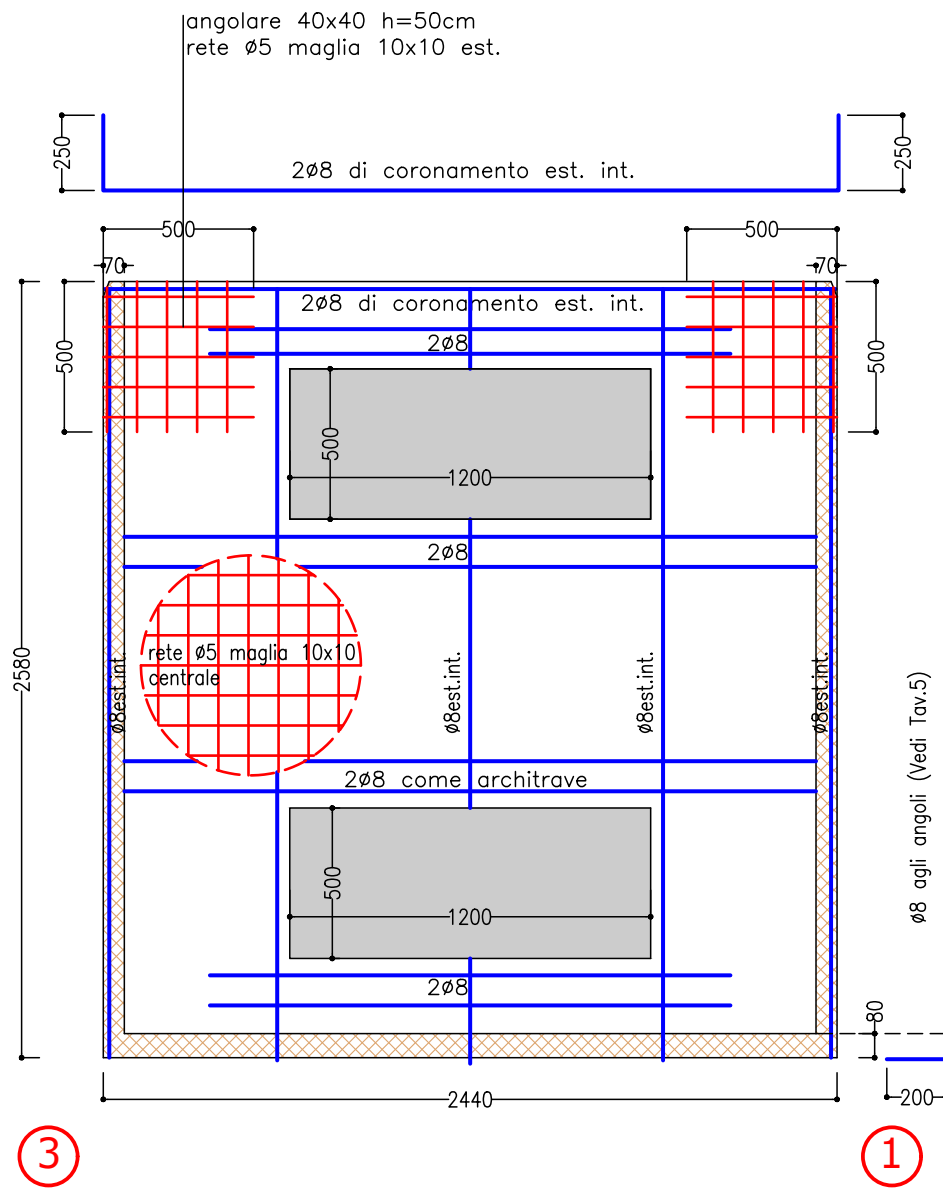
4

3

FILE: Tavola 2	SCALA: 1:25
CABINA TIPO: BDM2-R1	
VERSIONE: BOX 750	
TAVOLA	2

N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	= 25mm



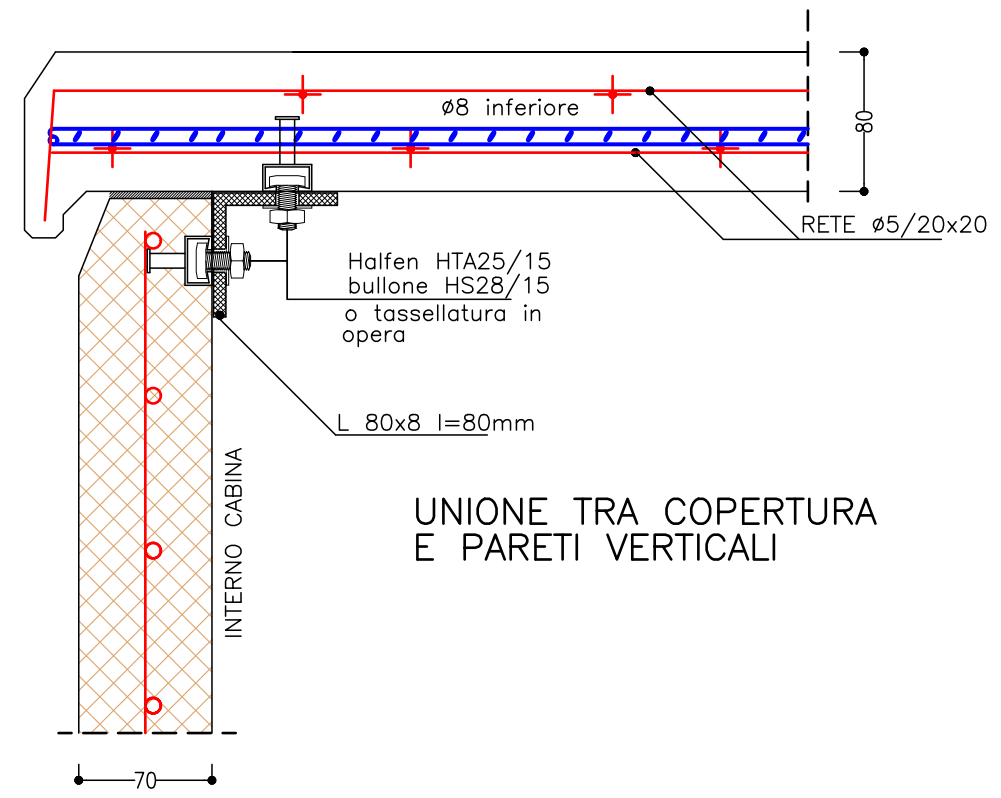
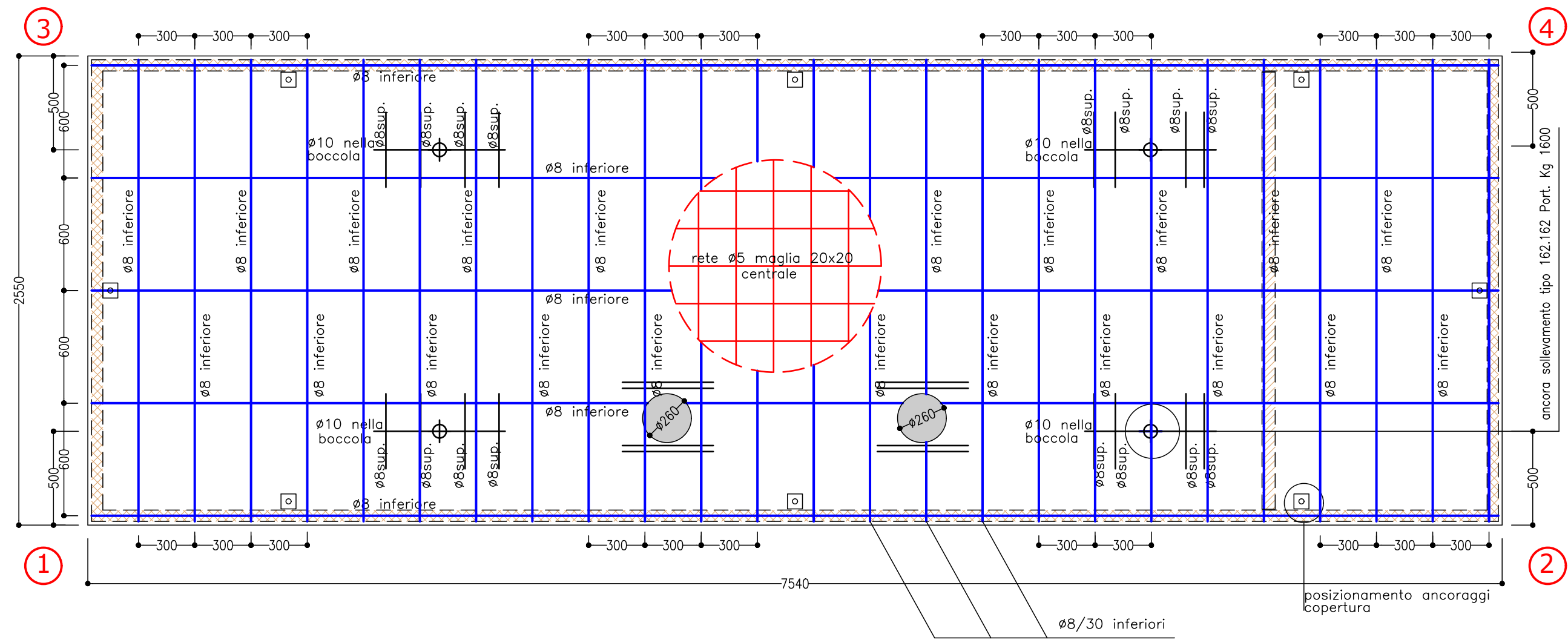
N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	=25mm

	Data	Nome	FILE: Tavola 3	SCALA: 1: 25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 750	
framar - TMT s.r.l.				TAVOLA
25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 030/9636104-963362- Fax 030/9637106				3



TIPOLOGIA DELLA COPERTURA

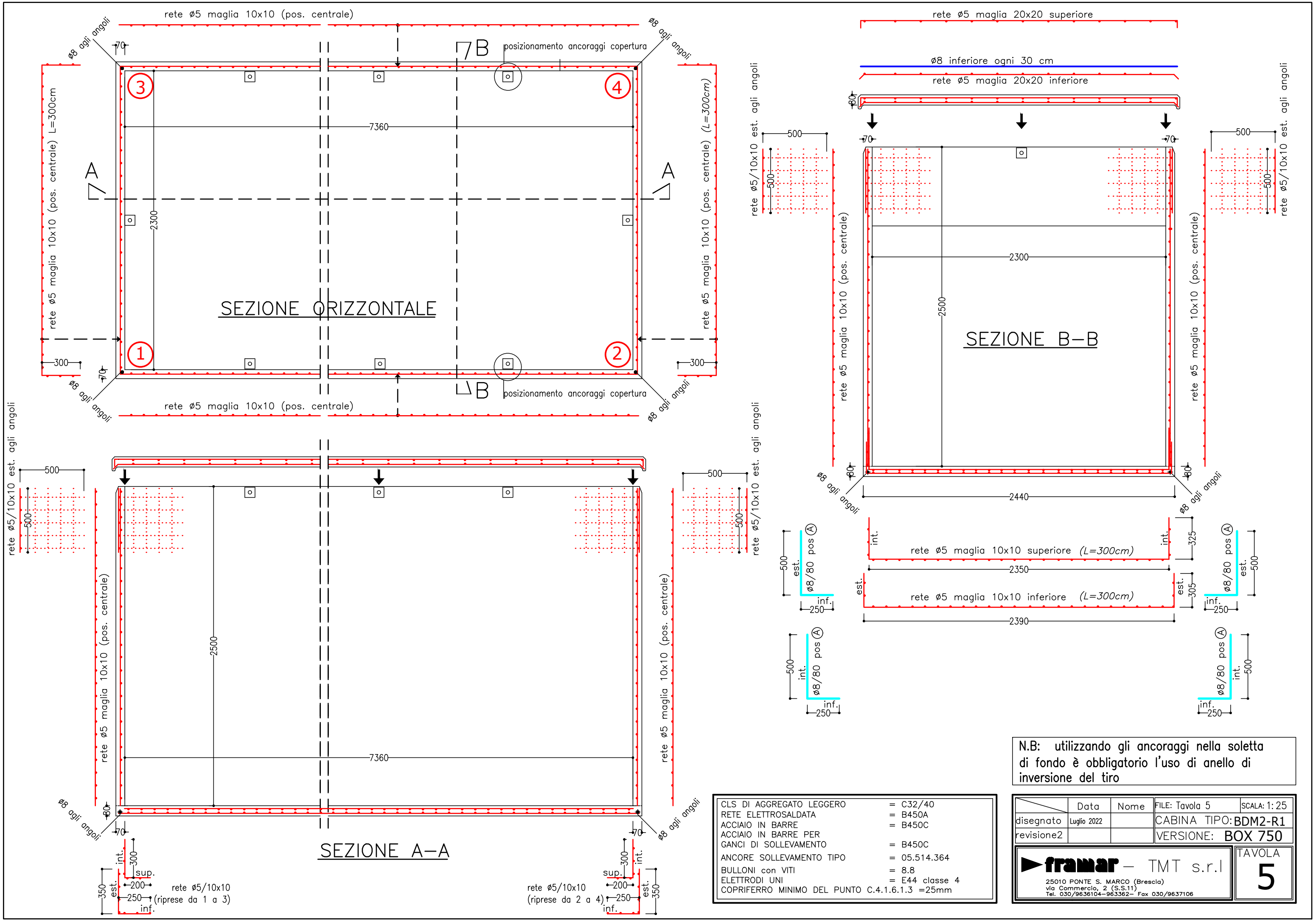


N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	=25mm

UNIONE TRA COPERTURA E PARETI VERTICALI

	Data	Nome	FILE: Tavola 4	SCALA: 1: 25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 750	
<b>framar</b> – TMT s.r.l.				
25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 030/9636104-963362- Fax 030/9637106				
				TAVOLA <b>4</b>









San Godenzo (FI), li 28-04-2023

Spett. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Oggetto:

Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/01/2018 - Cabine MT/bt prefabbricate in c.a. monoblocco scatolari in serie dichiarata armate con un singolo strato di armatura per direzione principale, **Modello Framar-TMT - R1**.

A seguito degli accordi telefonici intercorsi si trasmette nuovo progetto (relazione e tavole) relativo al manufatto in oggetto che INTEGRA la nostra produzione IN SERIE di cui all'Attestato di Qualifica allegato.

La particolarità del manufatto in oggetto risiede nell'armatura delle pareti costituita da "un singolo foglio di rete elettrosaldata in posizione centrale ed armature integrative opportune secondo le sollecitazioni massime" riscontrate.

La cabina MT/bt in oggetto è un vano tecnico contenente apparecchiature elettromeccaniche (quadri, trasformatore, etc.), che non prevede la presenza continuativa di persone al proprio interno, come specificato nel cap. 1 pag. 3 della Relazione.

Contenendo apparecchiature che gestiscono la rete elettrica secondaria del sito/edificio, si è ritenuto di adottare, ai sensi delle NTC 2018 par. 2.4.2, una classe d'uso II ( $C_u=1$ ) con un valore  $T_r = 475$  anni, come indicato anche nelle specifiche ENEL DG 2061 ed.9 del 2021, e che riguardano, appunto, le cabine elettriche MT/bt non strategiche, come il prefabbricato Framar-TMT - R1.

Queste cabine di trasformazione sono di fatto ben distinte dalle cabine primarie, che hanno indubbia maggiore rilevanza e strategicità.

La struttura scatolare del prefabbricato "R1" è costituita da pareti in c.a., incastrate tra loro negli spigoli verticali del manufatto (continuità dell'armatura e nessuna ripresa di getto) e incastrate alla soletta di fondo-calpestio negli spigoli orizzontali.

La resistenza all'azione sismica è affidata al controvento realizzato dalle pareti (2 in dir. Y e 2 in dir. X) oltre che al diaframma di piano realizzato dalla copertura.

La struttura del modello "Framar-TMT - R1" è stata analizzata e verificata considerando un **"comportamento non dissipativo"** nell'ipotesi di permanenza in campo elastico, prevedendo progettualmente che non avvengano plasticizzazioni nella costruzione sottoposta all'azione sismica di progetto, e adottando pertanto un fattore di comportamento, ai sensi del par. 7.3.1, unitario:

$$q_{nd} = 1$$

vedi cap. 5.2.4 pag. 17.

In questo caso la capacità delle membrature è valutata in accordo con le regole di cui al par. 4.1 delle NTC 2018, senza nessun requisito aggiuntivo sulla duttilità e sulle armature e verificando esclusivamente che in nessuna sezione siano superate le sollecitazioni resistenti massime in campo sostanzialmente elastico.

Secondo la Normativa, in questo caso, non sono infatti date né indicazioni né prescrizioni sul numero minimo di strati di armatura inseriti nelle pareti laterali, soggette queste, prevalentemente, ad azioni complanari.



Il fattore di comportamento adottato appare inoltre prudenziale rispetto a quanto previsto dalle NTC 2018, che al par. 7.3.1 ammettono per le strutture non dissipative un valore anche superiore all'unità, purché  $\leq 1,5$ .

I carichi sulla copertura della piccola costruzione, considerata in esercizio e a seguito dell'analisi statica e sismica condotta, sono quelli previsti per la zona alpina con  $a_s = 1000$  m s.l.m. ( $320 \text{ daN/m}^2$ ) ai sensi del par. 3.4.2, oltre ai carichi variabili di manutenzione cat. H del D.M. 17/01/2018 ( $50 \text{ daN/m}^2$ ), vedi cap. 5.2.2 pag. 14 della Relazione.

I carichi permanenti previsti sulla soletta di fondo-calpestio, interna allo scatolare, sono quelli delle cabine MT/bt secondarie ENEL secondo DG 2061 ed. 9, pari a  $600 \text{ daN/m}^2$ , oltre a carichi variabili aggiuntivi Cat. E2 delle NTC par. 3.1.4 (*ambiente industriale*) valutati opportunamente in questo caso per  $200 \text{ daN/m}^2$ , vedi cap. 5.2.2 pagg. 14 e 15 della Relazione.

Le solette di copertura e di calpestio, essendo strutture soggette prevalentemente a flessione, sono comunque dotate di armature sulle due facce (*sup. e inf.*) con opportuno copriferro.

Allo scopo di dimostrare quanto reso possibile dalla Normativa per prefabbricati scatolari, prevedendo armature di parete con un solo strato in posizione centrale, si è provveduto all'analisi strutturale con modellazione FEM ed al progetto di un caso specifico di Cabina secondaria MT/bt di dimensioni massime  $754 \text{ cm} \times 248 \text{ cm} \times (250 \text{ cm} = H_0)$  in una delle conformazioni architettoniche/impiantistiche di consueta produzione Framar-TMT ed adottando i parametri ed i carichi indicati, vedi cap. 5.2.5.1. da pag. 19 della Relazione.

Secondo le indicazioni ENEL DG 2061 ed.9, il prefabbricato modello "R1" è stato considerato ubicato nel sito del territorio nazionale che risulta avere  $a_g$  massima, ossia quello con coordinate:

lat:  $37,11972^\circ \text{ N}$ ; long:  $14,93992^\circ \text{ E}$  [comune di Ferla (SR)]

vedi cap. 5.2.4 pagg. 16 e 17 della relazione.

Tutti i collegamenti tra l'elemento di copertura e la cella scatolare sottostante (unici collegamenti meccanici presenti) sono progettati per le adeguate condizioni di vincolo tra soletta e fusto, vedi cap. 5.2.5.5 pag. 37 della Relazione.

**Il progetto del prefabbricato in oggetto, di dimensioni  $750 \text{ cm} \times 244 \text{ cm} \times (250 \text{ cm} = H_0)$ , è da ritenersi valido anche per cabine di dimensioni inferiori e, in genere, meno sollecitate. Per situazioni particolari di installazione, che necessitino di valutazioni specifiche, potranno comunque essere eseguite verifiche del tutto simili e congruenti con la specifica opera.**

Il movente della ricerca di una produzione di prefabbricati scatolari in c.a. per cabine elettriche secondarie con pareti dotate di una semplice armatura in posizione centrale è principalmente quello di agevolare il rispetto dell'opportuno copriferro nei sottili suddetti elementi parete. La possibilità di realizzare pareti dotate di un'unica armatura in posizione centrale consente anche un significativo miglioramento della protezione delle armature per la garanzia della resistenza al fuoco.



FRAMAR - tmt s.r.l.





# ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

PRODUZIONE di COMPONENTI PREFABBRICATI in c.a. / c.a.p.

SERIE DICHIARATA

n. 07/2023 -SD

In conformità al D.M. 17.01.2018 "Norme tecniche per le costruzioni" ed ai sensi dell'art.9 della legge n.1086/1971 si attesta che la ditta:

## FRAMAR TMT s.r.l.

con sede legale:

C.da Bassiche n.20 - Brescia

e stabilimento:

Loc. San Bavello, Via Forlivese n. 40 - 50060 S. Godenzo (FI)

ha depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici la documentazione inerente il possesso dei requisiti richiesti dal p.to 11.8.4 delle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.1.2018, in relazione al processo produttivo ed al controllo di produzione in stabilimento finalizzati alla produzione dei seguenti componenti prefabbricati in c.a. e/o c.a.p.:

### • Cabine in c.a. per apparecchiature elettriche:

- tipo Enel DG 2061-90a  
(dimensioni esterne 2,48 x 5,71 x h 2,70 m)
- tipo ENEL DG 2092 BDM2-90a  
(dimensioni esterne 2,48 x 2,04-7,54 x h 2,50-2,70 m)
- tipo BDM2 R1: mod. 90a/70a/70p  
(dimensioni variabili 2,44-2,48 x 2,00-7,54 x h 2,50-2,70 m)
- tipo Enel BDM2 90a Mod.674  
(dimensioni esterne 2,48 x 6,74 x h 2,70 m)
- tipo BDM2 90a Mod.750  
(dimensioni esterne 2,48 x 2,04-7,54 x h 2,50-2,70 m)
- (e relative Vasche di base per tutte le tipologie)

Il presente Attestato ha decorrenza dal 08/06/2023 e validità fino al 07/06/2028, fatto salvo l'obbligo della diversa procedura di marcatura CE connessa all'attuazione del Regolamento dei Prodotti da Costruzione (CPR-Construction Products Regulation) n°305/2011, per le specifiche famiglie di prodotti coperti da norma EN armonizzata.

Il presente Attestato ha l'obiettivo di identificare lo stabilimento di produzione ed i componenti prodotti e non è finalizzato a certificare la concreta idoneità tecnica dei manufatti alle diverse utilizzazioni cui possono essere destinati.

L'Attestato non prevede, da parte del Servizio Tecnico Centrale, l'approvazione tecnica degli elaborati presentati, per i quali il Progettista ed il Produttore, ciascuno secondo le rispettive competenze, sono pienamente responsabili ai sensi di legge, restando altresì nella responsabilità delle figure suddette ogni impiego del prodotto.

L'Attestato si intende sempre riferito ai singoli elementi costruttivi, nei limiti d'impiego indicati nella documentazione tecnica presentata, e non all'opera o al sistema costruttivo che ingloba gli stessi.

Ogni impiego dei componenti strutturali di cui al presente Attestato deve avvenire sulla base di calcoli redatti in conformità alla normativa tecnica vigente al momento dell'utilizzo.

Roma, 5 luglio 2023

IL DIRIGENTE III DIVISIONE

Ing. Marco PANECALDO



# FRAMAR-TMT S.r.l.

50060 SAN GODENZO (Firenze)

## STRUTTURA PREFABBRICATA

### Box **BDM2\_70p** – “R1”

D.M. 17/01/2018

750 × 244 (cm)

FRAMAR - tmt s.r.l.



IL COMMITTENTE

IL COSTRUTTORE del PREFABBRICATO

IL PROGETTISTA STRUTTURE PREFABBRICATE

: framar - TMT srl – Ponte San Marco (BS)

: Ing. Gino Venturucci (Pontassieve - FI)

**PROGETTO e RELAZIONE di CALCOLO**

## Indice Generale

1	CARATTERISTICHE GENERALI DEL PREFABBRICATO.....	3
2	DIMENSIONI DELLA COSTRUZIONE.....	4
3	MODALITÀ di TRASPORTO e MONTAGGIO.....	4
4	MATERIALI PRESENTI e ADOTTATI.....	6
5	LE FASI OPERATIVE DEL PREFABBRICATO: VERIFICHE DELLA STRUTTURA.....	8
5.1	FASE A: VERIFICA DELLE FASI TRANSITORIE.....	9
5.1.1	SOLLEVAMENTO del PREFABBRICATO – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO.....	9
5.1.2	SOLLEVAMENTO della SOLETTA di COPERTURA – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO.....	9
5.1.3	SOLLEVAMENTO della VASCA PREFABBRICATA di FONDAZIONE.....	10
5.1.4	SOLLEVAMENTO del BOX CABINA COMPLETO.....	11
5.2	FASE B: FASE in OPERA.....	13
5.2.1	AZIONI e SOLLECITAZIONI AGENTI sulla STRUTTURA: <i>generalità</i> .....	13
5.2.2	AZIONI ESTERNE: <i>azioni della Neve - azioni permanenti e variabili considerate nelle verifiche</i> .....	14
5.2.4	AZIONI SISMICHE: <i>Generalità</i> .....	16
5.2.5	VERIFICHE STRUTTURALI.....	18
5.2.5.1	ANALISI e VERIFICA della CABINA in ELEVAZIONE.....	19
5.2.5.2	VERIFICA a FESSURAZIONE.....	32
5.2.5.3	VERIFICA a PUNZONAMENTO del FONDO-CALPESTIO ( <i>s=8cm doppia armatura</i> ).....	34
5.2.5.4	VERIFICA SLD/SLE: SPOSTAMENTI/ROTAZIONI.....	35
5.2.5.5	VERIFICA DEI COLLEGAMENTI M12-M16, cl.8.8.....	37
5.2.5.6	VERIFICA delle FONDAZIONI a VASCA ACCOPPIATA.....	40
5.3	AZIONI ECCEZIONALI ( <i>incendio esplosioni urti Cap. 3.6 NTC</i> ).....	46
5.4	ALTRE PROPRIETÀ e PRESTAZIONI della COSTRUZIONE.....	46
5.5	AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI.....	47
5.6	PIANO di MANUTENZIONE dell'OPERA IN C.A.....	48



# PROGETTO del PREFABBRICATO TMT – BDM2\_70p - R1 - (mod.750) VERIFICHE STATICHE e SISMICHE della STRUTTURA

## 1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL PREFABBRICATO

Il manufatto prefabbricato tipo **framar-TMT BDM2\_70p mod.750 - R1** (750 cm × 244 cm) è essenzialmente costituito da una piccola costruzione, di forma parallelepipedica, con struttura scatolare portante (con *conformazione a cella*), realizzata in conglomerato cementizio armato. La costruzione è geometricamente conformata da una soletta di fondo e da 4 pareti verticali disposte in due direzioni ortogonali dotate di continuità strutturale a "cella".

Le pareti sono infatti opportunamente collegate tra sé, alla loro intersezione, utilizzando barre di armatura angolare poste in corrispondenza di ogni spigolo verticale per garantire la scatolarità. Simili collegamenti strutturali sono presenti anche tra le 4 pareti e la soletta di fondo/calpestio.

La soletta di copertura è invece strutturalmente distinta dal fusto scatolare in elevazione ed è vincolata alle pareti verticali della sottostante "cella" solo con elementi di collegamento "meccanico" e pertanto senza costituire continuità delle sezioni in c.a.

L'insieme dello scatolare di elevazione e della soletta di fondo costituisce, in opera, una struttura tridimensionale scatolare completa, ad un solo piano, e con destinazione d'uso non abitativa ma solo idonea a contenere apparecchiature elettrotecniche e con rara frequentazione di tecnici specializzati.

Si evidenzia che il prefabbricato **framar-TMT BDM2\_70p R1 mod.750** risulta un modello specifico della produzione pluridecennale di cabine elettriche MT/BT della framar - TMT modello BDM2\_70p e ne ricalca in gran parte la tecnologia costruttiva prefabbricata a "cella" da tempo adottata anche con particolare riguardo alle Fasi di Trasporto, Montaggio e Sollevamento.

Il principale utilizzo del prefabbricato BDM2\_70p R1 è quello di cabina elettrica secondaria MT/BT nel rispetto dei parametri di installazione ed anche delle indicazioni tecniche riportate nelle Specifiche ENEL. In alcuni limitatissimi casi è possibile l'uso diverso del prefabbricato anche come contenitore di apparecchiature telefoniche o altra impiantistica.

La struttura portante della costruzione è realizzata completamente con calcestruzzo armato con classe di resistenza C32/40 con inerti costituiti da sabbia e ghiaia di ottima qualità e comunque con caratteristiche meccaniche riportate di seguito nella RELAZIONE SUI MATERIALI.

Ai sensi delle NORME TECNICHE sulle COSTRUZIONI il prefabbricato **FRAMAR - TMT BDM2\_70p - R1** - in esame è da intendersi come **"MANUFATTO PRODOTTO in SERIE DICHIARATA calcolato come struttura non dissipativa con coefficiente di comportamento unitario"**.

Nelle pareti verticali dello scatolare modello "R1" è previsto l'utilizzo di una unica armatura in posizione centrale e mediante opportuni distanziatori.

Per i singoli componenti del prefabbricato è previsto lo spostamento ed il trasporto solo ed esclusivamente seguendo le prescrizioni indicate dalla framar-TMT, dalla Direzione dei Lavori nel cantiere di costruzione e soprattutto secondo le indicazioni del Coordinatore della Sicurezza del singolo cantiere di installazione del prefabbricato.

Le verifiche progettuali di seguito riportate nella RELAZIONE di CALCOLO e nel FASCICOLO dei CALCOLI sono state suddivise in due parti principali conseguenti alle FASI in cui si suppone che il manufatto prefabbricato ed i singoli componenti si trovino a partire dalla costruzione:

- **FASE A:** Fase transitoria di sollevamento, trasporto e montaggio (vedi Cap. 7.1);
- **FASE B:** Fase di esercizio in sito della costruzione (vedi Cap. 7.2).

## 2 DIMENSIONI DELLA COSTRUZIONE

Le dimensioni della costruzione scatolare portante prefabbricata risultano:

$L_e$ [cm]	$B_e$ [cm]	$H_i$ [cm]	Spess. Pareti [cm]	Spess. Soletta Fondo [cm]	Spess. Soletta Copertura [cm]
750	244	250	7	8	8

Nella cabina è prevista una parete divisoria interna, collegata al box scatolare, di spessore pari a 7 cm.

*Il progetto del prefabbricato qui in esame, 750 cm × 244 cm × 250 cm (=  $H_i$ ), è da ritenersi valido anche per dimensioni di cabine MT/bt inferiori e, in genere, meno sollecitate. Per situazioni particolari di installazione, che necessitino di valutazioni specifiche, potranno comunque essere eseguite verifiche del tutto similari e congruenti con la specifica opera.*

## 3 MODALITÀ di TRASPORTO e MONTAGGIO

Ai sensi del c. 8 Art.9 L.n°1086/71 – uso e manutenzione ai sensi del punto 6 del D.M. M.LL.PP. 3/12/87

- Prima di provvedere al trasporto di ogni singolo manufatto che compone il prefabbricato framar - TMT BDM2\_70p -R1- provvedere al corretto posizionamento ed ancoraggio dei singoli componenti sul mezzo di trasporto onde evitare effetti dinamici.
- È tassativamente **VIETATO** sollevare il prefabbricato BDM2\_70p -R1- con il Trasformatore all'interno del prefabbricato stesso.
- Prima del sollevamento del prefabbricato il trasformatore **DEVE ESSERE RIMOSSO** dall'interno della costruzione.
- Prima di provvedere al sollevamento dei singoli componenti e/o della cabina nel suo insieme è **OBBLIGATORIO ACCERTARE L'OTTIMO STATO DEGLI ANCORAGGI** e delle **ANCORE** il loro stato di ossidazione e l'eventuale diminuzione di efficacia degli stessi.
- Prima di provvedere al sollevamento di ogni singolo componente assicurarsi che il carico sia equilibrato ed uguale su tutti i bracci del tirante.
- **EVITARE** qualsiasi tipo di oscillazione o l'instaurarsi di fenomeni dinamici quando i manufatti prefabbricati sono sollevati da terra.
- Proibire tassativamente la presenza di operatori nell'intorno del prefabbricato al momento del sollevamento.
- Provvedere ad azioni di sollevamento particolarmente cautelative nei casi di presa con inversione di tiro.
- È tassativamente obbligatorio l'uso di opportuno **ANELLO di INVERSIONE** per il sollevamento del prefabbricato con presa dalle ancore laterali poste sul fondo cabina.
- Provvedere ad un accurato assemblaggio degli elementi e provvedere a verificare meccanicamente ciascuna **UNIONE** tra pareti verticali e soletta di copertura.
- In ambiente aggressivo o salmastro sarà cura della Direzione dei Lavori provvedere ad un idoneo trattamento protettivo o pitturazione esterna ed interna del prefabbricato.



## FONDAZIONE PREFABBRICATA a VASCA

La fondazione del manufatto prefabbricato BDM2-70p-R1-, è prevista realizzata mediante l'installazione preventiva della vasca di fondazione, anch'essa prefabbricata, descritta nelle tavole in allegato.

I carichi al suolo della costruzione e le verifiche del manufatto nel complesso ed una volta effettuato il montaggio, sono esaminati di seguito nel Cap. 7.2.

Sotto la vasca di fondazione, su cui si appoggia il prefabbricato, è prevista la realizzazione di un sottofondo di base in materiale arido e drenante, ben rullato e costipato.

In alternativa è prevista la realizzazione di cls magrone C12/15 per spessore minimo di 10 cm e/o con spessore opportunamente determinato dalla Direzione dei Lavori.

È esclusivo compito del Progettista dell'opera e del Direttore dei Lavori di verificare le fondazioni/sottofondazioni effettivamente necessarie secondo quanto previsto dalla Relazione Geologica.

## PRINCIPALI NORMATIVE E DISPOSIZIONI CONSIDERATE

Nella determinazione dei carichi di progetto e nelle verifiche statiche effettuate si sono considerate le seguenti leggi o Disposizioni indicate dall'Ente utilizzatore:

- Legge 5/11/1971 n°1086;
- Legge 2 Febbraio 1974 n°64;
- Decreto 17 Gennaio 2018 (nuove NTC 2018);
- Circolare 21/1/2019 n.7/C.S.LL.PP.;
- DG ENEL 2061 (come eventuale riferimento per le esigenze di utilizzo)
- EN 1992-1-1:2004
- EN 13369-08

## 4 MATERIALI PRESENTI e ADOTTATI

Relazione Tecnica sulle caratteristiche, qualità e dosatura dei materiali

### • ACCIAIO

Acciaio in barre per cemento armato **B450C** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 6 a 40 mm).

$$f_{yk} \geq f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ib})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{rd} = 1,96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{sd} = 67,5 \text{ ‰}$$

Rete di acciaio elettrosaldato costituita da barre **B450A** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 5 a 10 mm).

$$f_{yk} \geq f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ic})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{rd} = 1,96 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{sd} = 22,5 \text{ ‰}$$

Acciaio tondo per c.a. idoneo a realizzare eventuali ganci ad occhiello per il sollevamento con resilienza KV (0°C)  $\geq 3,5 \text{ kgm/cm}^2$  o ancore dotate di boccole solidali con barre ad aderenza migliorata della portata al sollevamento richiesta.

Acciaio laminato a caldo da carpenteria a sezione aperta secondo UNI EN 10025 - S235 ( $F_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ ) recante marchiatura CE idoneo a soddisfare le caratteristiche meccaniche indicate nella Tabella 11.3. XII del D.M. 17/1/2018 (strutture soggette a fatica in modo significativo - Riferimento D)

Saldatura degli acciai con processo codificato dalla norma UNI EN ISO 4063:2011 ed ai sensi del punto 11.3.4.5 del D.M. 17/1/2018.

Bulloni normali conformi alle classi di alta resistenza di cui alla Tabella 11.3.XIII.a e 11.3.XIII.b del D.M.17/1/2018 con viti cl 8.8 e dadi cl 8  $f_{tk} = 649 \text{ N/mm}^2$   $f_b = 800 \text{ N/mm}^2$

### • CALCESTRUZZO

Conglomerato cementizio con ghiaia di varia pezzatura e sabbia accuratamente lavata e con la seguente composizione:

**PARETI LATERALI e SOLETTE con CLS** - (scatolare BDM2-70p -R1-)

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. Cemento sfuso CEM II/A-LL 42.5 R (UNI EN 197-1:2007) dosato a       | 450 kg/m <sup>3</sup>  |
| 2. Aggregato misto sabbia + ghiaia 0/12mm. GA 90 UNI EN 12620 dosata a | 1750 kg/m <sup>3</sup> |
| 3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003                                | 200 lt/m <sup>3</sup>  |

Per un totale peso volumetrico cls armato pari 2400 kg/m<sup>3</sup> ed un **Rck = 40 N/mm<sup>2</sup>** (408 kg/cm<sup>2</sup>) - **C32/40**  
Ai sensi del punto 4.1.12.1 del D.M. 17.1.2018 si prescinde dalla resistenza a trazione del calcestruzzo con aggregato alleggerito.

$$f_{ek} = 0,83 \times R_{ck} 40 \text{ N/mm}^2 = 33,20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{sc} f_{ek} / \gamma_c = (0,85 \times 33,20) / 1,5 = 18,81 \text{ N/mm}^2 \quad (= 0,47 R_{ck})$$

Con riferimento alla Norma **EN 13369:2008** facendo riferimento alla DURABILITÀ del prodotto prefabbricato in termini di protezione della corrosione dell'acciaio le CONDIZIONI AMBIENTALI e le CLASSI DI ESPOSIZIONE previste sono:

Condizione Ambientale: Tab A.1 EN13369-08:

Aggressività:

Classe di esposizione EN 206-1:2006

C.mia Tab. C4.1.V DM 17/1/2018

Ricoprimento minimo solette Tab A.2 EN13369-08

**C**

**Aggressive**

**XC4**

**C32/40**

**25 mm.** (con tolleranze di montaggio)

## • CALCESTRUZZO

Conglomerato cementizio con ghiaia di varia pezzatura e sabbia accuratamente lavata e con la seguente composizione:

### VASCHE di FONDAZIONE con CLS – (scatolare BDM2-70p -R1-)

- |  |            |
|--|------------|
| 1. Cemento sfuso CEM II/A-LL 42.5 R (UNI EN 197-1:2007) dosato a       | 450 kg/m³  |
| 2. Aggregato misto sabbia + ghiaia 0/12mm. GA 90 UNI EN 12620 dosata a | 1750 kg/m³ |
| 3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003                                | 200 lt/m³  |

Per un totale peso volumetrico cls armato pari 2400 kg/m³ ed un **Rck = 40 N/mm² (408 kg/cm²) – C32/40**  
 Ai sensi del punto 4.1.12.1 del D.M. 17.1.2018 si prescinde dalla resistenza a trazione del calcestruzzo con aggregato alleggerito.

$$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} 40 \text{ N/mm}^2 = 33,20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ed} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = (0,85 \times 33,20) / 1,5 = 18,81 \text{ N/mm}^2 (= 0,47 R_{ck})$$

Con riferimento alla Norma **EN 13369:2008** facendo riferimento alla DURABILITÀ del prodotto prefabbricato in termini di protezione della corrosione dell'acciaio le CONDIZIONI AMBIENTALI e le CLASSI DI ESPOSIZIONE previste sono:

Condizione Ambientale: Tab A.1 EN13369-08:

Aggressività:

Classe di esposizione EN 206-1:2006

C.min Tab. C4.1.V DM 17/1/2018

Ricoprimento minimo solette Tab A.2 EN13369-08

**C**

**Aggressive**

**XC4**

**C32/40**

**25 mm. (con tolleranze di montaggio)**



## 5 LE FASI OPERATIVE DEL PREFABBRICATO: VERIFICHE DELLA STRUTTURA

Si individuano due principali fasi operative per il manufatto prefabbricato, sia esaminando i singoli componenti del manufatto sia esaminando il complesso strutturale dei componenti assemblati (fusto in elevazione e soletta di fondo/copertura):

- **FASE A:** fase di sollevamento e trasporto dei componenti – verifiche transitorie
- **FASE B:** fase di esercizio nel sito di installazione del prefabbricato.

## 5.1 FASE A: VERIFICA DELLE FASI TRANSITORIE

Nelle fasi transitorie di sollevamento e trasporto si tengono in conto gli effetti dinamici.

### 5.1.1 SOLLEVAMENTO del PREFABBRICATO – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO

#### • CABINA COMPLETA mod.750 750 × 244 × H268 (escluso trasformatore)

Calcolo dello sforzo S nell'ancoraggio:

Peso max. della cabina P = 13905 kg

- fattore per gli angoli di trazione inclinata : b = 0.9

- fattore di distribuzione asimmetrica : e = 0.9

- fattore d'urto o di effetto dinamico (1+0.25) : γ = 1,25

ai sensi del punto 2.2.1

- quantità degli ancoraggi efficienti : c = 4

Lo sforzo S nell'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

$$S = (P \cdot \gamma) / (b \cdot e \cdot c)$$

per cui:

$$S(4) = 5365 \text{ kg / ancoraggio}$$

Visto il tipo di analisi e solo per le misure BDM2a di cui sopra, al sollevamento si possono adottare posizionandole nel fondo cabina:

**N°4 ancoraggi** – zanca (è obbligatorio il posizionamento delle ancore simmetrico rispetto al baricentro del prefabbricato) per sollevamento tipo Art. **05.514.364** Ceccantini e C. srl con portata utile **6300** kg/ancora (o ancoraggio equivalente) con lunghezza **h = 900 mm** utilizzando idoneo Anello di Inversione del Tiro.

### 5.1.2 SOLLEVAMENTO della SOLETTA di COPERTURA – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO

#### • SOLETTA DI COPERTURA mod.750

Peso Proprio copertura compreso sovrastruttura = 4431 kg

Calcolo dello sforzo S nell'ancoraggio:

Peso max. della soletta P = 4230 + 201 kg (guaina)

- fattore per gli angoli di trazione inclinata : b = 0.9

- fattore di distribuzione asimmetrica : e = 0.9

- fattore d'urto o di effetto dinamico (1+0.25) : γ = 1,25

ai sensi del punto 2.2.1

- quantità degli ancoraggi efficienti : c = 4

Lo sforzo S nell'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

$$S = (P \cdot \gamma) / (b \cdot e \cdot c)$$

per cui:

$$S(4) = 1709 \text{ kg / ancoraggio}$$

**N°4 ancoraggi**-zanca per sollevamento del tipo Art. **162.202** Ceccantini e C. srl con portata utile **2000** kg/ancora (o ancoraggio equivalente) una barra D=10 mm minimo L = 70 cm deve essere passante nella zanca, confinata all'interno di barre superiori ed inferiori trasversali e realizzata come indicato nelle tavole allegate.

### 5.1.3 SOLLEVAMENTO della VASCA PREFABBRICATA di FONDAZIONE

- **VASCA DI FONDAZIONE mod.750**  $(373 \times 242) + (373 \times 242)$

Calcolo dello sforzo S nell'ancoraggio:

- Peso max. della singola vasca di fondazione  $P = 3890 \text{ kg}$
- fattore per gli angoli di trazione inclinata :  $b = 0.9$
  - fattore di distribuzione asimmetrica :  $e = 0.9$
  - fattore d'urto o di effetto dinamico  $(1+0.25)$  :  $y = 1.25$   
ai sensi del punto 2.2.1
  - quantità degli ancoraggi efficienti :  $c = 4$

Lo sforzo S nell'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

$$S = (P \cdot y) / (b \cdot e \cdot c)$$

per cui:

$$S(4) = 1501 \text{ kg / ancoraggio}$$

---

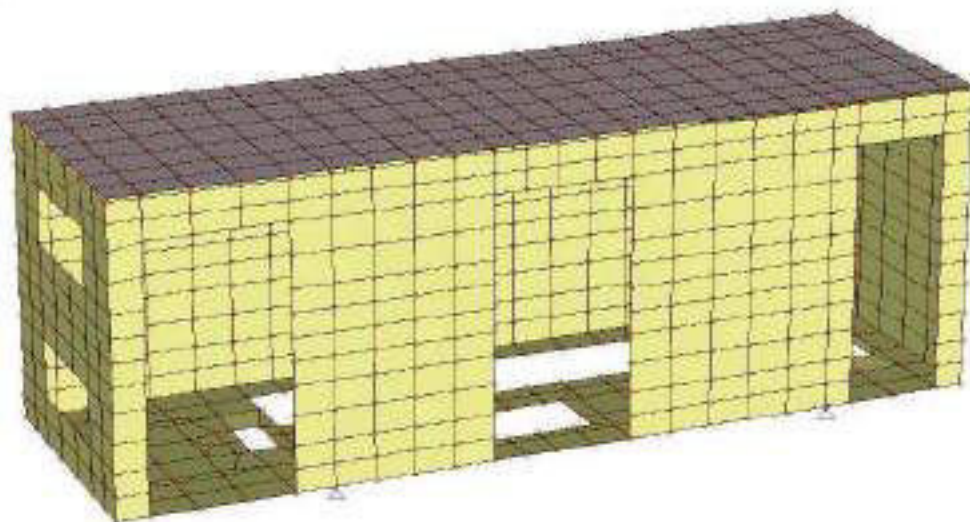
**N°4 ancoraggi-zanca** per sollevamento del tipo Art. **05-514-244** con portata utile **2500 kg/ancora** utilizzando idoneo Anello di Inversione del Tiro (o ancoraggio equivalente).

---

#### 5.1.4 SOLLEVAMENTO del BOX CABINA COMPLETO

Per lo studio del sollevamento dell'intero prefabbricato si è considerato uno specifico modello di calcolo FEM in modo da individuare il comportamento del prefabbricato scatolare in tale condizione transitoria.

Si riporta di seguito l'estratto della modellazione, dove la condizione di "vincolo esterno" è rappresentata da 4 appoggi, disposti alle 2+2 estremità del fondo cella, e che corrispondono alle 4 ancore di sollevamento con portata utile di 6300 kg:

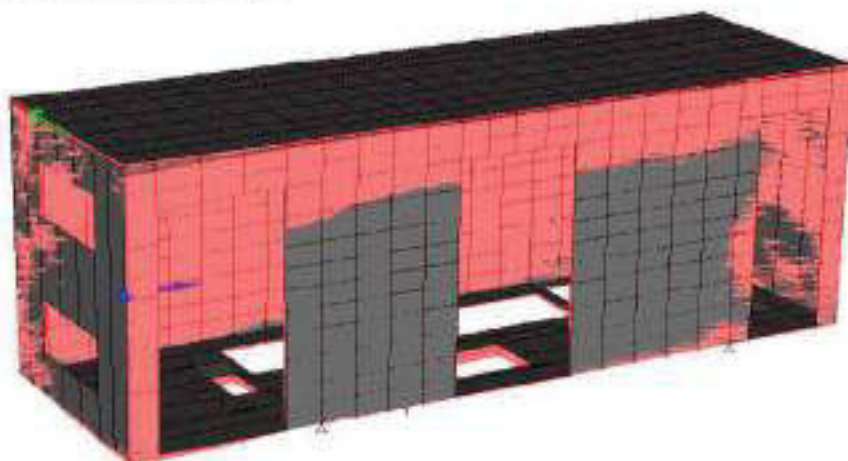


La cabina nella condizione di sollevamento è studiata, in questa fase, soggetta al peso proprio, amplificato dei coefficienti dinamici e di inversione "b" - "e" - "y" riportati al paragrafo precedente, e al carico delle limitate apparecchiature elettrotecniche già presenti al momento del sollevamento, stimato pari a circa 100 kg/m<sup>2</sup> sul fondo calpestio.

La condizione di carico è stata considerata in condizioni di esercizio.

Si riportano di seguito la deformata e le sollecitazioni a cui è soggetto il prefabbricato durante la fase transitoria di sollevamento.

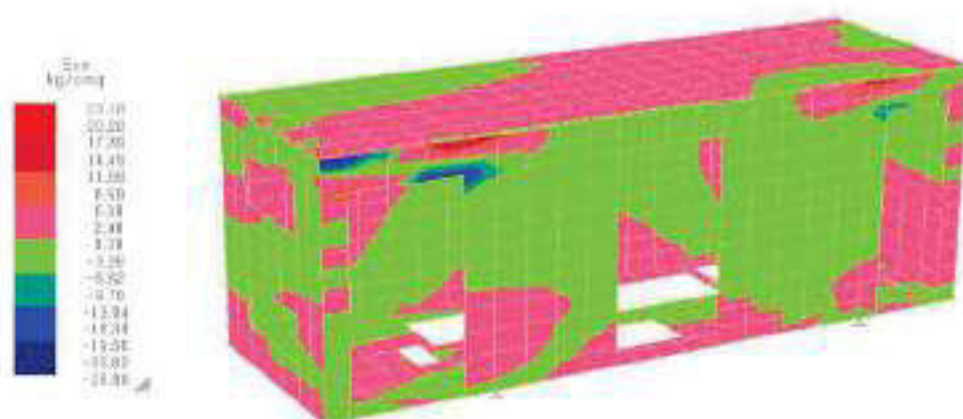
Deformata del prefabbricato al sollevamento



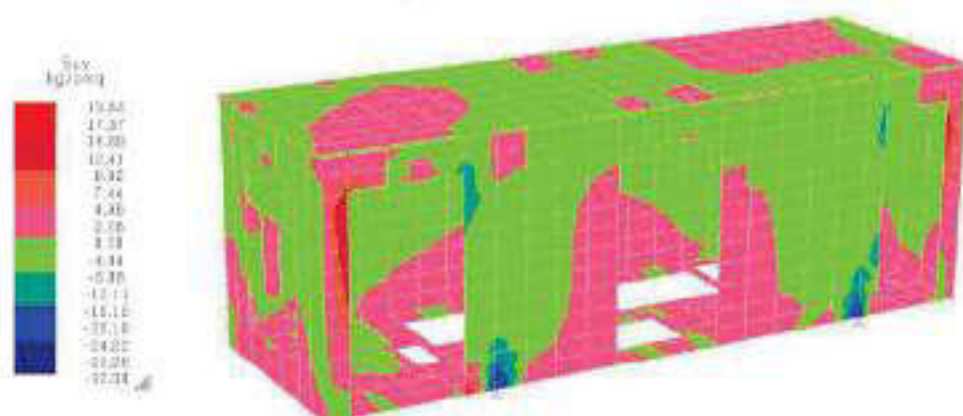
Abbassamento max. all'estremità = 0,17cm



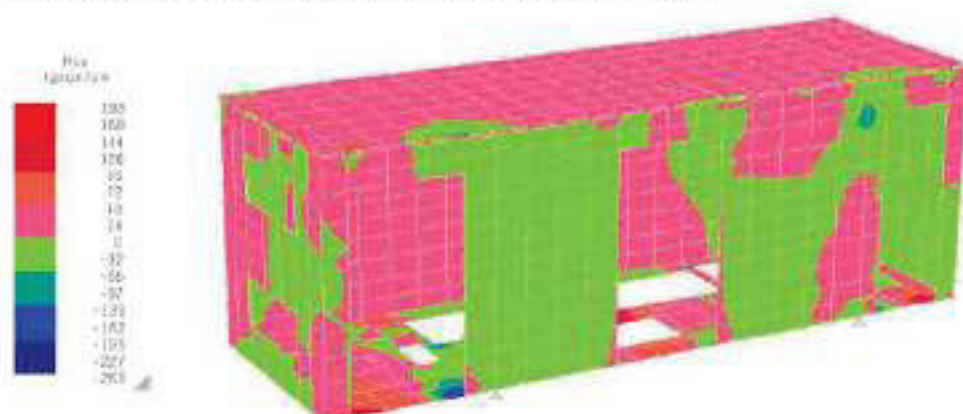
Ente sollecitante sforzo normale  $S_{xx}$  (al sollevamento)



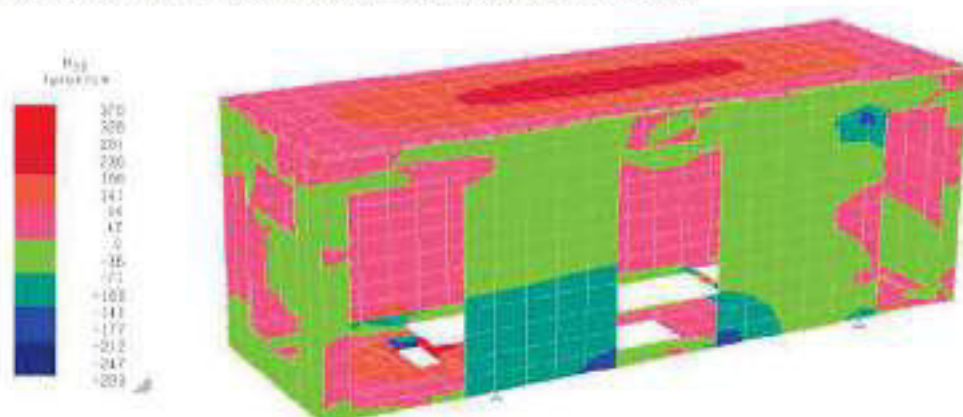
Ente sollecitante sforzo normale  $S_{yy}$  (al sollevamento)



Ente sollecitante momento flettente  $M_{xx}$  (al sollevamento)



Ente sollecitante momento flettente  $M_{yy}$  (al sollevamento)



## 5.2 FASE B: FASE in OPERA

### 5.2.1 AZIONI e SOLLECITAZIONI AGENTI sulla STRUTTURA: *generalità*

Per l'analisi delle sollecitazioni agenti sul prefabbricato **framar-TMT BDM2\_70p -R1- mod.750** in oggetto vengono considerate le azioni esterne di cui alle disposizioni di Legge. Si considerano anche alcune prescrizioni aziendali ENEL, riguardanti specificamente i carichi distribuiti disposti sul fondo cabina MT/bt in esercizio, mentre per i carichi sulla copertura si utilizza il DM 17/1/2018.

Per l'analisi della struttura in elevazione posta in opera, viene analizzato di seguito lo schema statico di una costruzione scatolare a pareti verticali con dimensioni max. 750 cm x 244 cm x 250 cm (= H<sub>i</sub>), attraverso ANALISI STATICA e DINAMICA LINEARE ed utilizzando un modello strutturale di calcolo ottenuto con elementi finiti piani bidimensionali guscio/piastra caratterizzati dalla possibilità di essere soggetti anche ad azioni flettenti (*vedi modello FEM*).

La procedura di calcolo automatico utilizzata per le verifiche strutturali è MASTERSAP TOP 2021 dello Studio Software AMV srl 34077 Ronchi dei Legionari (GO). Di seguito in allegato è riportato l'Attestato ai sensi del Cap. 10 NTC.

L'analisi strutturale del prefabbricato nel suo complesso è svolta secondo i carichi NTC 2018 ed aziendali ENEL; l'analisi sismica è esaminata sempre seguendo il DM 17/01/2018 e per il sito più sismico del territorio italiano.

Si riporta in allegato il riepilogo sintetico dei parametri e delle indicazioni utilizzate nelle verifiche di calcolo effettuate elencando, oltre ai parametri generali, anche i parametri dei distinti Stati Limite indagati con analisi statica e dinamica lineare per gli spettri di risposta distinti presi in considerazione (SLV - SLD).

Negli allegati si riportano comunque le verifiche SLV e SLD.

### VITA NOMINALE, CLASSI D'USO, PERIODO di RIFERIMENTO

La struttura soggetta ad una manutenzione ordinaria è idonea allo scopo cui è preordinata di cabina elettrica di trasformazione MT/BT ed ai sensi del punto 2.4.1 del DM 17.1.2018 è prevista una Vita Nominale:

vita nominale **V<sub>n</sub> ≥ 50 anni**

In presenza di azioni sismiche la normale classe d'uso del manufatto cabina MT/BT BDM2\_70p, prevedendo presenza solo occasionale di persone al suo interno sarebbe classificabile nella Classe I di cui al punto 2.4.2 del DM 17.01.2018. Poiché comunque la cabina MT/BT potrebbe essere parte di una rete di alimentazione elettrica per costruzioni anche di Classe superiore, si considera:

classe d'uso = **Classe II** (centrali di media tensione)

Il periodo di riferimento V<sub>r</sub> della costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso C<sub>u</sub> = 1, risulta:

periodo di riferimento = **V<sub>r</sub> = 50 anni**



### 5.2.2 AZIONI ESTERNE: azioni della Neve - azioni permanenti e variabili considerate nelle verifiche

Come azioni esterne sulla costruzione esaminate nelle 2 distinte analisi di cui di seguito (*Analisi Statica e Sismica [in SLV e SLD]*), si è fatto riferimento anche all'azione Neve riportata al punto 3.4 delle NTC 2018.

L'azione statica Vento considerata è tratta dal cap. 3.3 delle NTC 2018, ma non viene riportata nella presente relazione in quanto produce enti sollecitanti minori dell'azione sismica.

#### CARICHI sulla SOLETTA DI COPERTURA

Peso Proprio Strutturale Soletta ( $s = 8 \text{ cm}$ ):	=	192	kg/m <sup>2</sup>	
Peso Proprio Permanente sovrastrutture di copertura:	=	20	kg/m <sup>2</sup>	
Carichi variabili sulla copertura Manutenzione (D.M. 17-1-18):	=	51	kg/m <sup>2</sup>	
Carichi Variabili sulla copertura Neve (DG2061 – 70p Ed.8):	=	327	kg/m <sup>2</sup>	
<b>TOTALE CARICHI VERTICALI</b>	=	590	kg/m <sup>2</sup>	(5,79 kN/m <sup>2</sup> )

#### CARICO NEVE cap.3.4.2 DM 17.1.18 **Zona I (alpina)** $a_s = 1000 \text{ m slm}$

$$q_{sk} = 1,39 [1 + (1000/728)^2] \text{ kN/m}^2 = 401 \text{ kg/m}^2$$

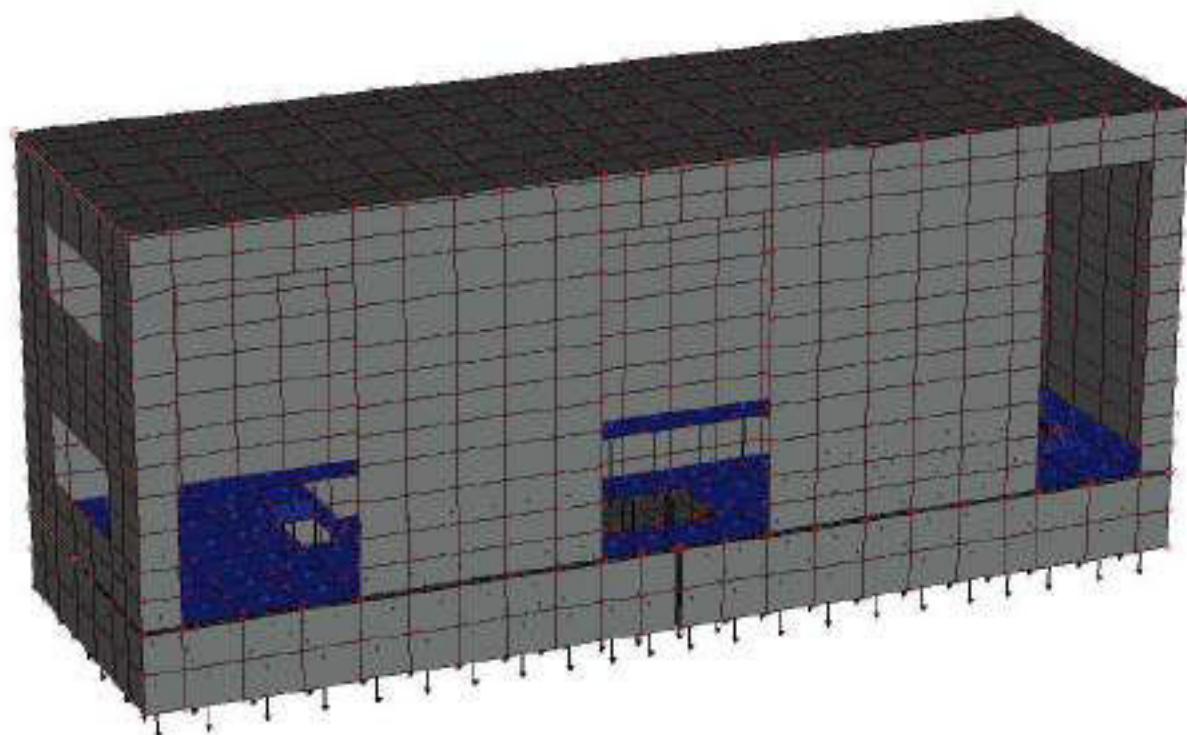
$$\mu_s = 0,8 \quad C_E = 1 \quad C_t = 1$$

$$q_s = q_{sk} \times \mu_s \times C_E \times C_t = 3,21 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow 327 \text{ kg/m}^2$$

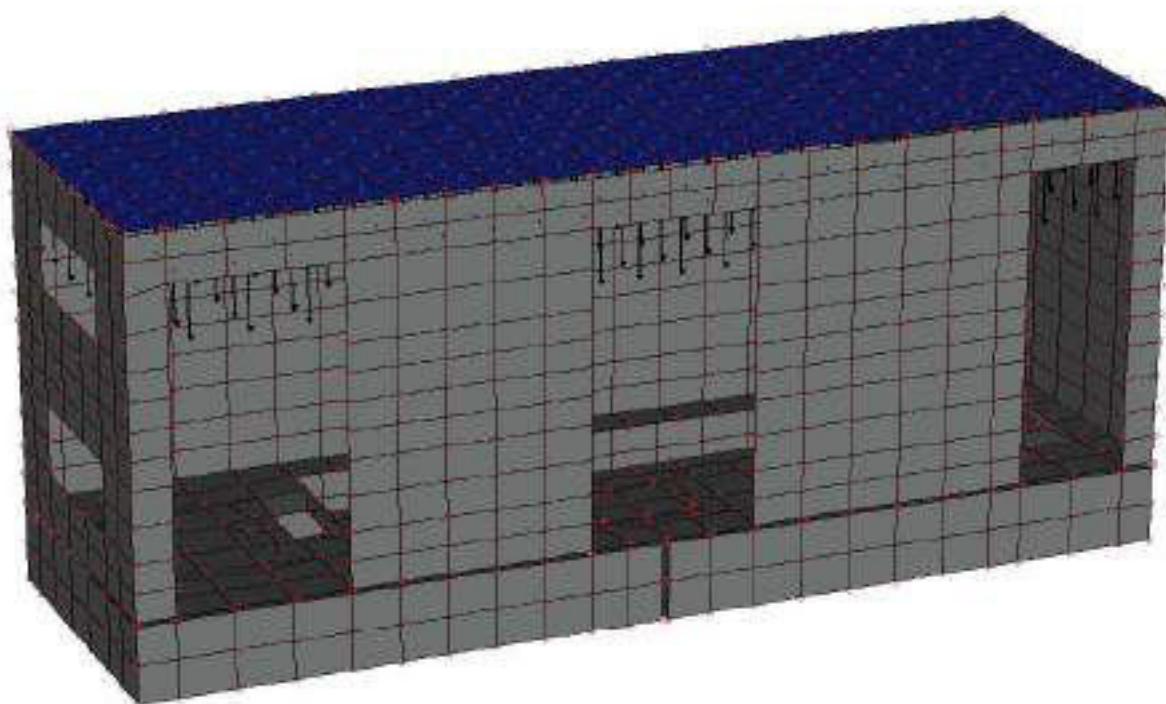
#### CARICHI sulla SOLETTA DI CALPESTIO

Peso Proprio Soletta ( $s=8\text{cm}$ ):	=	192	kg/m <sup>2</sup>	
Peso Proprio Permanente carico ENEL DG2061:	=	612	kg/m <sup>2</sup>	
Carichi Variabili sul fondo (Cat. E2, D.M. 17-1-18):	=	200	kg/m <sup>2</sup>	
<b>TOTALE CARICHI VERTICALI</b>	=	1004	kg/m <sup>2</sup>	(9,85 kN/m <sup>2</sup> )

Carico ENEL DG2061 + carico variabile sul calpestio:  $612 + 200 = 812 \text{ kg/m}^2$

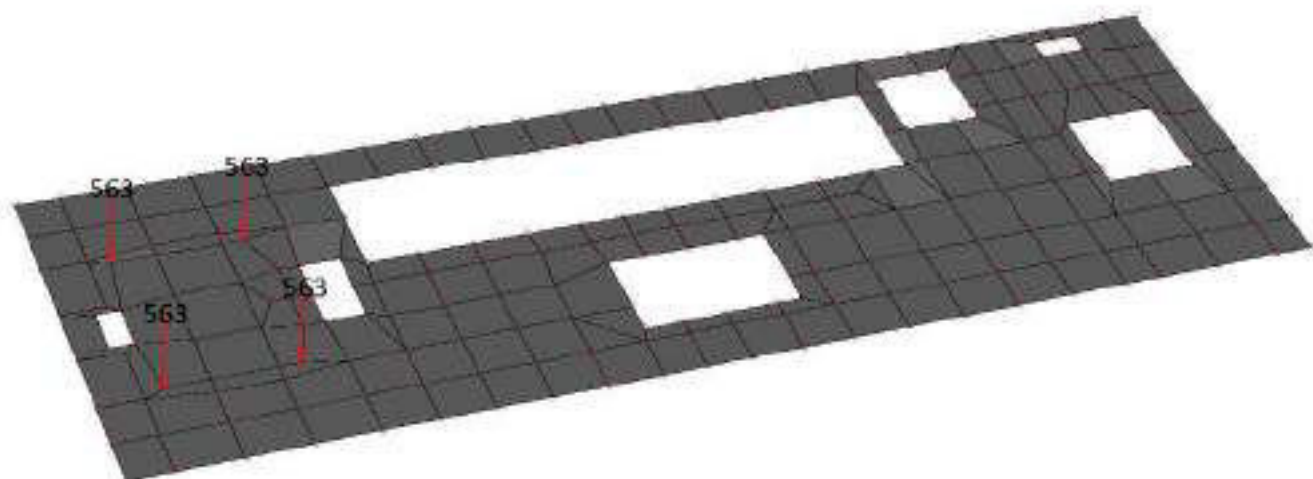


Carico neve (max.) + carico manutenzione + guaina elastomerica su copertura:  $327 + 51 + 20 = 398 \text{ kg/m}^2$



Carichi concentrati sul fondo calpestio cabina MT/bt per:

peso Trasformatore 1500 kg (amplificato di  $\gamma_{q2} = 1,5$ ) considerato ripartito su 4 nodi/appoggi = 563 kg/nodo





#### 5.2.4 AZIONI SISMICHE: Generalità

Nel modello strutturale di verifica sismica delle strutture di elevazione, per determinare il comportamento bidimensionale a "parete" dovuto alla forma scatolare della piccola costruzione, si sono considerate nel piano verticale ed orizzontale un numero definito di ELEMENTI GUSCIO-PIASTRA con spessore  $S = 7$  cm (per le pareti verticali), con spessore  $S = 8$  cm (per la soletta orizzontale di copertura) e con spessore  $S = 8$  cm (per la soletta orizzontale di calpestio del fondo cabina). Le pareti del box scatolare sono disposte nel piano verticale in due direzioni ortogonali e sono meccanicamente collegate con la soletta di copertura.

Gli elementi guscio-piastra e le modalità di vincolo apportate al modello rappresentano al meglio il comportamento effettivo delle pareti e delle solette del prefabbricato BDM2\_70p -R1- con i vani-aperture sia nel fondo di calpestio che nelle pareti come da progetto.

Sempre nel modello strutturale di verifica FEM, in ogni angolo d'unione tra le pareti e il fondo sono stati considerati opportuni vincoli di continuità tali da simulare il comportamento previsto e di fatto realizzato, con la continuità di getto cls e di armatura.

Nella modellazione strutturale effettuata si provvede al vincolo esterno intradosale alla soletta di fondo introducendo ulteriori aste "fittizie" verticali al piede che simulano il previsto appoggio sulla vasca di fondazione dello scatolare con la verifica delle pressioni sul terreno della platea stessa.

L'azione sismica considerata nelle verifiche viene preliminarmente valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale riferendosi, secondo le NTC, non più ad una zona ma sito per sito e costruzione per costruzione. Non conoscendo a priori l'effettiva ubicazione dove verrà installato il piccolo prefabbricato, le caratteristiche del sito di riferimento per una costruzione come quella in esame sono di seguito determinate individuando l'accelerazione massima rilevabile sul territorio nazionale " $a_g$ " desunta direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall'INGV e con lo spettro di risposta relativo fornito dalle NTC.

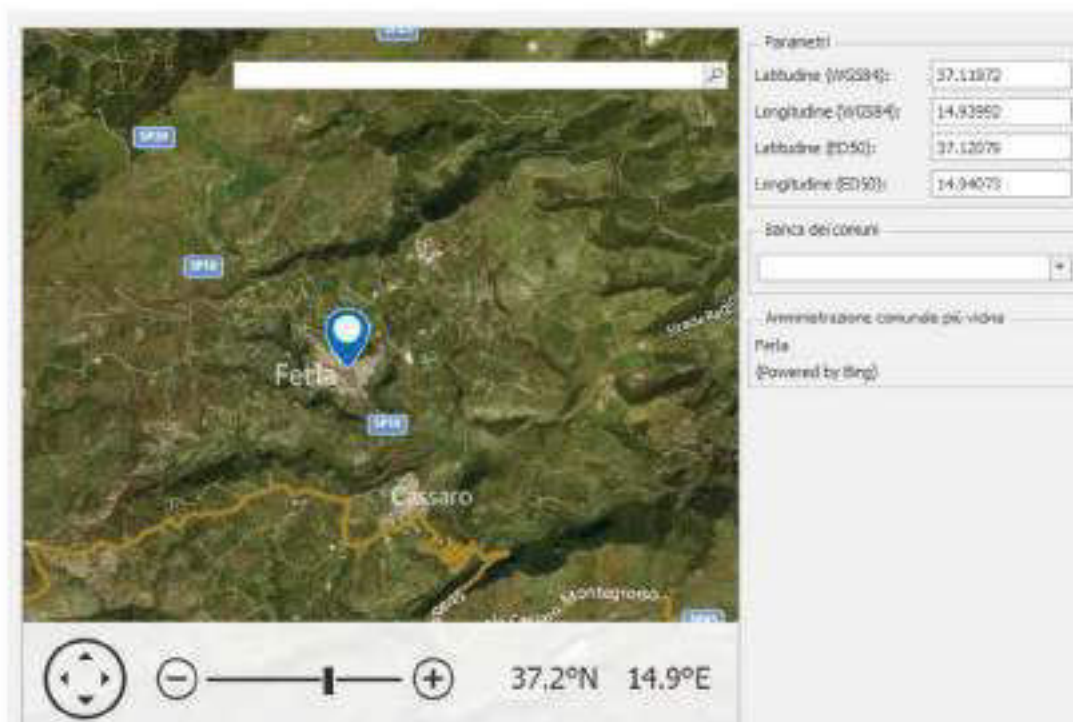
Il sito del territorio nazionale che risulta avere  $a_g$  massima secondo i valori della Specifica ENEL DG2061 Rev.09, desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento attualmente fornita dall'INGV, ha le seguenti coordinate:

**lat: 37,41972°    long: 14,93992°**

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  considerati e tutte le verifiche sismiche di seguito effettuate sono pertanto riferite, convenzionalmente, a questo sito di presunta installazione, ritenendo con ciò verificata l'installazione del prefabbricato su tutto il territorio nazionale, fatto salvo particolari utilizzi o condizioni topografiche e geologico-geotecniche che prevederanno verifiche specifiche. Di seguito, per l'azione neve sono poi determinati anche altri limiti d'uso e di installazione.

Si riporta nell'**ALLEGATO dei CALCOLI** la verifica strutturale del modello completo effettuata mediante ANALISI SISMICA con il METODO DINAMICO LINEARE e secondo le verifiche di resistenza c.a. agli SLU e SLE delle NTC 2018; ai sensi del punto 2.6.1 per gli stati limite ultimi si valutano solo gli stati limite STR.

L'analisi sismica secondo le NTC è svolta di seguito in questa relazione e poi anche nell'Allegato dei Calcoli con la Combinazione di Carico SLV e SLD.



Le verifiche sono effettuate agli stati limite indicati sopra in combinazione con i carichi esterni della neve e dei carichi permanenti e variabili. Il comportamento strutturale è valutato considerando un **comportamento "non dissipativo" con fattore unitario ( $q=1$ )**, escludendo pertanto l'utilizzo di accorgimenti quali la gerarchia delle resistenze il cui effetto può esplicarsi solo al superamento del comportamento elastico della struttura.

Si evidenzia che, nel caso di strutture "non dissipative" come quella ora considerata, non sono date dalla Norma né indicazioni né prescrizioni sul numero minimo di strati di armatura da inserire nelle pareti.

Si esclude di riportare l'azione del vento che è risultata inferiore rispetto alle azioni sismiche, di conseguenza non riportata nella presente relazione.

#### AZIONE SISMICA per SLV

(indagata come "stati limite ultimi" SLU)

$T_R =$  **475 anni**  
 Sito = **lat: 37,11972 lon: 14,93992** (presso Comune di Ferla - SR)  
 Zona di Sismicità massima =  **$a_g/g = 0,2767$  Fo = 2,28 Tc\* = 0,42**  
 Categoria di suolo di fondazione = **D**  
 Fattore Topografico = **1.4 ( $T_4$ )**

#### AZIONE SISMICA per SLD

(indagata come "stati limite di esercizio" SLE)

$T_R =$  **50 anni**  
 Sito = **lat: 37,11972 lon: 14,93992** (presso Comune di Ferla - SR)  
 Zona di Sismicità massima =  **$a_g/g = 0,0673$  Fo = 2,52 Tc\* = 0,27**  
 Categoria di suolo di fondazione = **D**  
 Fattore Topografico = **1.4 ( $T_4$ )**



### 5.2.5 VERIFICHE STRUTTURALI

Per le verifiche delle solette con doppio strato di armature e delle 4 pareti laterali a semplice strato di armature in posizione centrale, si tiene in debito conto del fatto che la struttura nel suo insieme è stata analizzata con comportamento *"non dissipativo"* per le quali la capacità delle membrature deve essere valutata in accordo con le regole di cui al par. 4.1 NTC 2018 senza requisiti aggiuntivi e verificando che nelle sezioni non si superi il momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico come definito al par. 4.1.2.3.4.2 oltre alle regole generali del par. 7.4.5.

La soletta di copertura, come rappresentato nei disegni in allegato, è costituita essenzialmente da una lastra orizzontale in c.a. prefabbricata opportunamente sagomata e solidarizzata al fusto scatolare di elevazione mediante un sistema di collegamenti meccanici aggiuntivi. La soletta di copertura, soggetta principalmente ad azioni flettenti, è prevista armata con doppio strato di armature (vedi Tav.4 e Tav.5).

La soletta di fondo/calpestio si appoggia, al suo perimetro, direttamente sulla fondazione a vasca sottostante. È strutturalmente integrata e collegata alle 4 pareti laterali con vincolo completo di incastro per realizzare la *"struttura a cella"* ed è dotata, in opera, di minimo n°3 appoggi sottovasca e messi in opera adeguatamente *"in contrasto"*. Anche la soletta di calpestio, principalmente inflessa, è prevista armata con doppio strato di armature (vedi Tav.1 e Tav.5 Sez. B-B).

L'appoggio a contrasto è tale da limitare le sollecitazioni e le inflessioni per gli ingenti carichi distribuiti ENEL DG 2061 Rev.09 (612 kg/m<sup>2</sup>) e dell'eventuale presenza del trasformatore.

La verifica strutturale sia della soletta di fondo che di copertura, costituita da doppio strato di armature, in pos. superiore ed inferiore, viene di seguito eseguita estrapolando i risultati dell'analisi strutturale sismica (SLV) e si è provveduto alla verifica delle armature e delle varie sezioni sempre con il metodo SLU confrontando le sollecitazioni agenti con quelle resistenti (*vedi indice di resistenza*).

Come rilevabile nel tabulato di calcolo, gli elementi del modello con gli enti sollecitanti più elevati, manifestano valori di indice di resistenza (sollecitazione/resistenza) < 1, verificando così gli elementi per le armature previste ed indicate negli esecutivi progettuali. A titolo esplicativo si elencano di seguito in questa Relazione le verifiche SLU e SLE più gravose (*massime e più significative*) rilevate.

Per le 4 pareti laterali dello scatolare, considerato che è adottando, in analisi globale, un prudenziale fattore di comportamento  $q_{nd}=1$  *"non dissipativo"* (prudenziale anche rispetto al par. 7.3.1 NTC 2018 che invece considera  $q_{nd}=1,5$ ), e considerato il limitato cimento statico della costruzione in esercizio (*vedi sviluppo sforzi normali unitari  $S_{xx}$  e  $S_{yy}$  e  $M_{xx}$  e  $M_{yy}$  di seguito a pag.25*), non si dovrà, in questo caso, rispondere obbligatoriamente al numero minimo degli strati di armatura nelle pareti. Le stesse sono pertanto verificate senza particolari prescrizioni sui dettagli costruttivi.

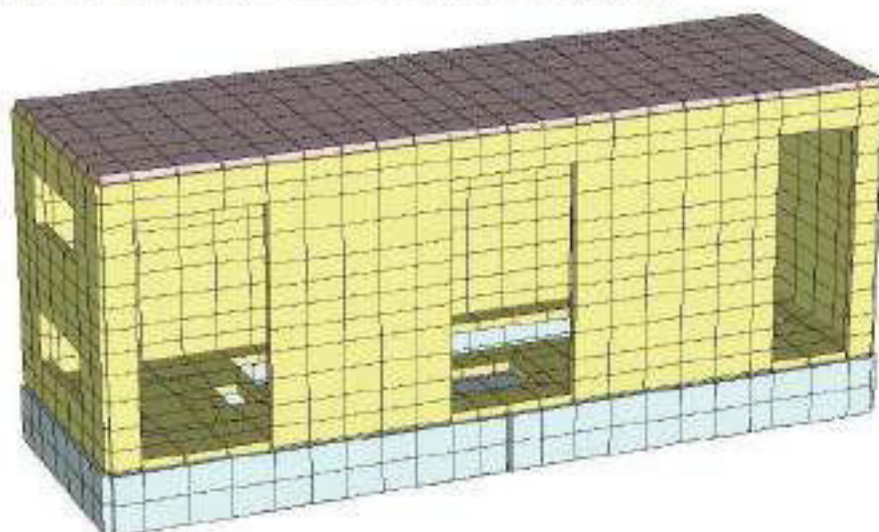
In conseguenza di ciò, per questa costruzione prefabbricata che ha necessità di spessori ed ingombri limitati è adottato in progetto un solo strato di armature in posizione centrale (vedi Tav.5).

Per l'utilizzo della singola rete centrale nelle 4 pareti, nelle condizioni espresse, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Prima Sezione ha già espresso in passato un parere positivo. È ritenuto ammissibile l'adozione di un singolo strato di armatura trattandosi di manufatti prefabbricati, calcolati come strutture *"non dissipative"* con un fattore di comportamento unitario ( $q_{nd}=1$ ), caratterizzati da un sistema strutturale scatolare monopiano, con dimensioni ridotte, regolare e geometria, e per il quale tutte le membrature e i collegamenti restano in campo elastico o sostanzialmente elastico, secondo le regole e i parametri di sicurezza previsti dalle NTC2018.

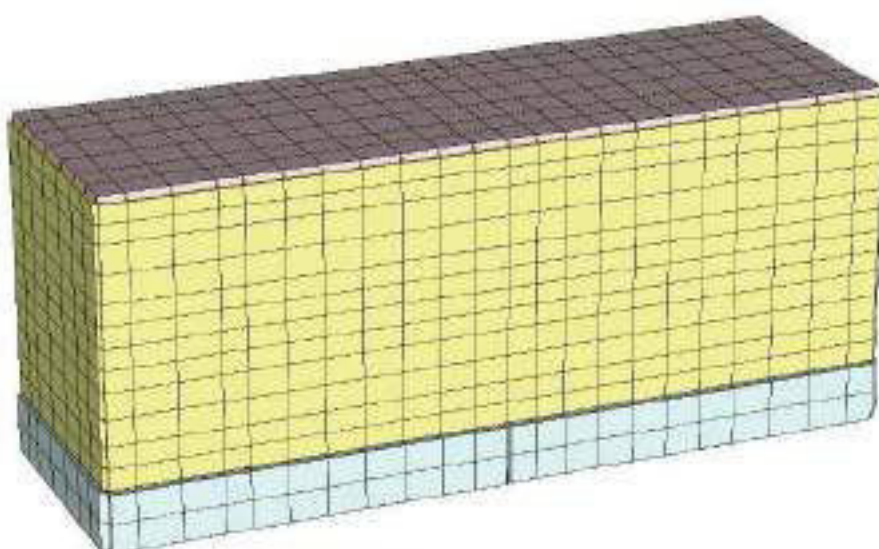


### 5.2.5.1 ANALISI e VERIFICA della CABINA in ELEVAZIONE

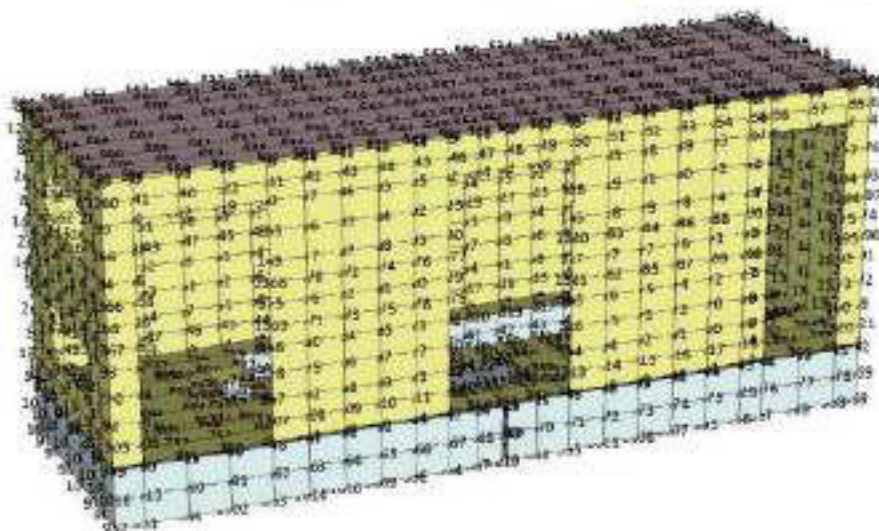
Rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, lo schema dei prefabbricati in esercizio considerato nel modello di analisi FEM e usato per la verifica della struttura è il seguente:



modello strutturale box BDM2\_70p-R1-750x244 (vista Fronte e Tergale)



modello strutturale FEM della cabina BDM2\_70p-R1-750x244 (numerazione nodi)



numerazione elementi parete Lunga Principale



393/1	392/1	391/1	390/1	401/1	400/1	399/1	398/1	397/1	396/1	395/1	394/1	410/1	409/1	408/1	407/1	406/1	405/1	404/1	403/1	402/1	411/1
1/1	309/1	308/1	307/1	221/1	222/1	224/1	223/1	223/1	306/1	305/1	304/1	303/1	226/1	227/1	229/1	228/1	230/1	231/1	302/1	301/1	365/1
206/1				387/1	383/1	385/1	381/1	379/1					27/1	29/1	33/1	31/1	35/1	369/1			194/1
203/1				386/1	382/1	384/1	380/1	378/1					28/1	30/1	34/1	32/1	36/1	368/1			195/1
508/1				507/1	506/1	505/1	504/1	503/1					520/1	519/1	518/1	517/1	516/1	515/1			522/1
204/1				26/1	22/1	24/1	20/1	18/1					37/1	39/1	43/1	41/1	45/1	61/1			196/1
502/1				501/1	500/1	499/1	498/1	497/1					514/1	513/1	512/1	511/1	510/1	509/1			521/1
203/1				25/1	21/1	23/1	19/1	17/1					38/1	40/1	44/1	42/1	46/1	60/1			197/1
202/1				16/1	12/1	14/1	10/1	8/1					47/1	49/1	53/1	51/1	55/1	59/1			198/1
201/1				15/1	11/1	13/1	9/1	7/1					48/1	50/1	54/1	52/1	56/1	58/1			199/1
448/1				453/1	452/1	451/1	450/1	449/1					459/1	458/1	457/1	456/1	455/1	454/1			460/1
200/1				5/1	4/1	5/1	3/1	2/1					370/1	371/1	373/1	372/1	374/1	37/1			246/1

### numerazione elementi parete Lunga Tergale

440/1	439/1	438/1	437/1	436/1	435/1	434/1	433/1	432/1	431/1	430/1	429/1	428/1	427/1	426/1	425/1	424/1	423/1	422/1	421/1	420/1	419/1
295/1	292/1	291/1	332/1	288/1	286/1	287/1	285/1	284/1	283/1	282/1	281/1	280/1	279/1	277/1	278/1	276/1	275/1	361/1	362/1	363/1	364/1
327/1	329/1	331/1	290/1	334/1	336/1	340/1	338/1	342/1	344/1	346/1	348/1	350/1	352/1	354/1	358/1	356/1	360/1	273/1	272/1	274/1	253/1
326/1	325/1	330/1	289/1	333/1	335/1	339/1	337/1	341/1	343/1	345/1	347/1	349/1	351/1	353/1	357/1	355/1	359/1	269/1	271/1	275/1	252/1
571/1	570/1	569/1	568/1	567/1	566/1	565/1	564/1	563/1	562/1	561/1	560/1	559/1	580/1	379/1	578/1	577/1	576/1	575/1	574/1	573/1	572/1
146/1	139/1	141/1	193/1	123/1	125/1	129/1	127/1	131/1	104/1	106/1	194/1	96/1	78/1	80/1	84/1	82/1	86/1	264/1	266/1	268/1	251/1
558/1	557/1	556/1	555/1	554/1	553/1	552/1	551/1	550/1	549/1	548/1	547/1	546/1	545/1	544/1	543/1	542/1	541/1	540/1	539/1	538/1	537/1
145/1	138/1	140/1	192/1	122/1	124/1	128/1	126/1	130/1	103/1	105/1	193/1	95/1	77/1	79/1	83/1	81/1	85/1	263/1	265/1	267/1	250/1
144/1	135/1	137/1	191/1	113/1	115/1	119/1	117/1	121/1	100/1	102/1	190/1	92/1	68/1	70/1	74/1	72/1	76/1	258/1	260/1	262/1	249/1
143/1	134/1	136/1	190/1	112/1	114/1	118/1	116/1	120/1	99/1	101/1	89/1	91/1	67/1	69/1	73/1	71/1	75/1	257/1	259/1	261/1	248/1
489/1	485/1	487/1	486/1	485/1	484/1	483/1	482/1	481/1	480/1	479/1	478/1	477/1	476/1	475/1	474/1	473/1	472/1	471/1	470/1	469/1	468/1
142/1	133/1	135/1	189/1	107/1	108/1	110/1	109/1	111/1	97/1	98/1	87/1	88/1	62/1	65/1	63/1	64/1	66/1	254/1	255/1	256/1	247/1

### numerazione elementi Parete Corta Sinistra

447/1	446/1	445/1	444/1	443/1	442/1	441/1
366/1	367/1	312/1	311/1	310/1	208/1	207/1
243/1	245/1				211/1	209/1
242/1	244/1				212/1	210/1
588/1	589/1	591/1	590/1	582/1	589/1	594/1
239/1	241/1	216/1	215/1	213/1	216/1	212/1
587/1	586/1	585/1	584/1	583/1	582/1	581/1
238/1	240/1	313/1	317/1	314/1	216/1	214/1
235/1	237/1				219/1	217/1
234/1	236/1				220/1	218/1
496/1	495/1	494/1	493/1	492/1	491/1	490/1
232/1	233/1	375/1	376/1	377/1	389/1	388/1

### numerazione elementi Parete Corta Destra

418/1	417/1	416/1	415/1	414/1	413/1	412/1
325/1	324/1	323/1	322/1	321/1	320/1	319/1
177/1	179/1	180/1	161/1	160/1	147/1	143/1
176/1	180/1	160/1	162/1	164/1	148/1	150/1
536/1	535/1	534/1	533/1	532/1	531/1	530/1
181/1	185/1	165/1	167/1	169/1	151/1	153/1
529/1	526/1	527/1	528/1	525/1	524/1	523/1
182/1	184/1	166/1	168/1	170/1	152/1	154/1
185/1	167/1	172/1	173/1	175/1	155/1	157/1
186/1	186/1	172/1	174/1	176/1	156/1	158/1
467/1	466/1	465/1	464/1	461/1	462/1	463/1
204/1	205/1	196/1	197/1	200/1	206/1	200/1

### numerazione elementi Parete Interna



57/4	58/4	59/4	60/4	61/4	62/4	63/4
1/4	2/4	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4
96/4	94/4	92/4	90/4	88/4	86/4	84/4
55/4	53/4	51/4	49/4	47/4	45/4	43/4
84/4	81/4	81/4	81/4	80/4	79/4	78/4
52/4	50/4	48/4	46/4	44/4	42/4	40/4
71/4	72/4	71/4	70/4	70/4	70/4	70/4
31/4	49/4	25/4	25/4	21/4	59/4	57/4
48/4	46/4	20/4	18/4	16/4	36/4	34/4
47/4	45/4	19/4	17/4	15/4	35/4	33/4
64/4	65/4	66/4	67/4	68/4	69/4	70/4
9/4	8/4	14/4	13/4	12/4	11/4	10/4

### numerazione elementi di Copertura

1/2	148/2	141/2	134/2	127/2	120/2	113/2	106/2	99/2	92/2	85/2	78/2	71/2	64/2	57/2	50/2	43/2	36/2	29/2	22/2	15/2	2/2
154/2	147/2	140/2	133/2	126/2	119/2	112/2	105/2	98/2	91/2	84/2	77/2	70/2	63/2	56/2	49/2	42/2	35/2	28/2	21/2	14/2	3/2
153/2	146/2	139/2	132/2	125/2	118/2	111/2	104/2	97/2	90/2	83/2	76/2	69/2	62/2	55/2	48/2	41/2	34/2	27/2	20/2	13/2	4/2
152/2	145/2	138/2	131/2	124/2	117/2	110/2	103/2	96/2	89/2	82/2	75/2	68/2	61/2	54/2	47/2	40/2	33/2	26/2	19/2	12/2	5/2
151/2	144/2	137/2	130/2	123/2	116/2	109/2	102/2	95/2	88/2	81/2	74/2	67/2	60/2	53/2	46/2	39/2	32/2	25/2	18/2	11/2	6/2
150/2	143/2	136/2	129/2	122/2	115/2	108/2	101/2	94/2	87/2	80/2	73/2	66/2	59/2	52/2	45/2	38/2	31/2	24/2	17/2	10/2	7/2
149/2	142/2	135/2	128/2	121/2	114/2	107/2	100/2	93/2	86/2	79/2	72/2	65/2	58/2	51/2	44/2	37/2	30/2	23/2	16/2	9/2	8/2

### numerazione elementi Soletta Calpestio

54/3	55/3	56/3	57/3	78/3	146/3	136/3	137/3	138/3	139/3	140/3	141/3	142/3	143/3	147/3	145/3	87/3	86/3	85/3	84/3	83/3	82/3	81/3	80/3	79/3	78/3	77/3	76/3	75/3	74/3	73/3	72/3	71/3	70/3	69/3	68/3	67/3	66/3	65/3	64/3	63/3	62/3	61/3	1/3	60/3	59/3	58/3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
37/3	9/3	10/3	4/3	144/3												83/3		81/3	51/3	64/3	65/3	66/3	67/3	68/3	69/3	70/3	71/3	72/3	73/3	74/3	75/3	76/3	77/3	78/3	79/3	80/3	81/3	82/3	83/3	84/3	85/3	86/3	87/3	88/3	89/3	90/3	91/3	92/3	93/3	94/3	95/3	96/3	97/3	98/3	99/3	100/3	101/3	102/3	103/3	104/3	105/3	106/3	107/3	108/3	109/3	110/3	111/3	112/3	113/3	114/3	115/3	116/3	117/3	118/3	119/3	120/3	121/3	122/3	123/3	124/3	125/3	126/3	127/3	128/3	129/3	130/3	131/3	132/3	133/3	134/3	135/3	136/3	137/3	138/3	139/3	140/3	141/3	142/3	143/3	144/3	145/3	146/3	147/3	148/3	149/3	150/3	151/3	152/3	153/3	154/3	155/3	156/3	157/3	158/3	159/3	160/3	161/3	162/3	163/3	164/3	165/3	166/3	167/3	168/3	169/3	170/3	171/3	172/3	173/3	174/3	175/3	176/3	177/3	178/3	179/3	180/3	181/3	182/3	183/3	184/3	185/3	186/3	187/3	188/3	189/3	190/3	191/3	192/3	193/3	194/3	195/3	196/3	197/3	198/3	199/3	200/3	201/3	202/3	203/3	204/3	205/3	206/3	207/3	208/3	209/3	210/3	211/3	212/3	213/3	214/3	215/3	216/3	217/3	218/3	219/3	220/3	221/3	222/3	223/3	224/3	225/3	226/3	227/3	228/3	229/3	230/3	231/3	232/3	233/3	234/3	235/3	236/3	237/3	238/3	239/3	240/3	241/3	242/3	243/3	244/3	245/3	246/3	247/3	248/3	249/3	250/3	251/3	252/3	253/3	254/3	255/3	256/3	257/3	258/3	259/3	260/3	261/3	262/3	263/3	264/3	265/3	266/3	267/3	268/3	269/3	270/3	271/3	272/3	273/3	274/3	275/3	276/3	277/3	278/3	279/3	280/3	281/3	282/3	283/3	284/3	285/3	286/3	287/3	288/3	289/3	290/3	291/3	292/3	293/3	294/3	295/3	296/3	297/3	298/3	299/3	300/3	301/3	302/3	303/3	304/3	305/3	306/3	307/3	308/3	309/3	310/3	311/3	312/3	313/3	314/3	315/3	316/3	317/3	318/3	319/3	320/3	321/3	322/3	323/3	324/3	325/3	326/3	327/3	328/3	329/3	330/3	331/3	332/3	333/3	334/3	335/3	336/3	337/3	338/3	339/3	340/3	341/3	342/3	343/3	344/3	345/3	346/3	347/3	348/3	349/3	350/3	351/3	352/3	353/3	354/3	355/3	356/3	357/3	358/3	359/3	360/3	361/3	362/3	363/3	364/3	365/3	366/3	367/3	368/3	369/3	370/3	371/3	372/3	373/3	374/3	375/3	376/3	377/3	378/3	379/3	380/3	381/3	382/3	383/3	384/3	385/3	386/3	387/3	388/3	389/3	390/3	391/3	392/3	393/3	394/3	395/3	396/3	397/3	398/3	399/3	400/3	401/3	402/3	403/3	404/3	405/3	406/3	407/3	408/3	409/3	410/3	411/3	412/3	413/3	414/3	415/3	416/3	417/3	418/3	419/3	420/3	421/3	422/3	423/3	424/3	425/3	426/3	427/3	428/3	429/3	430/3	431/3	432/3	433/3	434/3	435/3	436/3	437/3	438/3	439/3	440/3	441/3	442/3	443/3	444/3	445/3	446/3	447/3	448/3	449/3	450/3	451/3	452/3	453/3	454/3	455/3	456/3	457/3	458/3	459/3	460/3	461/3	462/3	463/3	464/3	465/3	466/3	467/3	468/3	469/3	470/3	471/3	472/3	473/3	474/3	475/3	476/3	477/3	478/3	479/3	480/3	481/3	482/3	483/3	484/3	485/3	486/3	487/3	488/3	489/3	490/3	491/3	492/3	493/3	494/3	495/3	496/3	497/3	498/3	499/3	500/3	501/3	502/3	503/3	504/3	505/3	506/3	507/3	508/3	509/3	510/3	511/3	512/3	513/3	514/3	515/3	516/3	517/3	518/3	519/3	520/3	521/3	522/3	523/3	524/3	525/3	526/3	527/3	528/3	529/3	530/3	531/3	532/3	533/3	534/3	535/3	536/3	537/3	538/3	539/3	540/3	541/3	542/3	543/3	544/3	545/3	546/3	547/3	548/3	549/3	550/3	551/3	552/3	553/3	554/3	555/3	556/3	557/3	558/3	559/3	560/3	561/3	562/3	563/3	564/3	565/3	566/3	567/3	568/3	569/3	570/3	571/3	572/3	573/3	574/3	575/3	576/3	577/3	578/3	579/3	580/3	581/3	582/3	583/3	584/3	585/3	586/3	587/3	588/3	589/3	590/3	591/3	592/3	593/3	594/3	595/3	596/3	597/3	598/3	599/3	600/3	601/3	602/3	603/3	604/3	605/3	606/3	607/3	608/3	609/3	610/3	611/3	612/3	613/3	614/3	615/3	616/3	617/3	618/3	619/3	620/3	621/3	622/3	623/3	624/3	625/3	626/3	627/3	628/3	629/3	630/3	631/3	632/3	633/3	634/3	635/3	636/3	637/3	638/3	639/3	640/3	641/3	642/3	643/3	644/3	645/3	646/3	647/3	648/3	649/3	650/3	651/3	652/3	653/3	654/3	655/3	656/3	657/3	658/3	659/3	660/3	661/3	662/3	663/3	664/3	665/3	666/3	667/3	668/3	669/3	670/3	671/3	672/3	673/3	674/3	675/3	676/3	677/3	678/3	679/3	680/3	681/3	682/3	683/3	684/3	685/3	686/3	687/3	688/3	689/3	690/3	691/3	692/3	693/3	694/3	695/3	696/3	697/3	698/3	699/3	700/3	701/3	702/3	703/3	704/3	705/3	706/3	707/3	708/3	709/3	710/3	711/3	712/3	713/3	714/3	715/3	716/3	717/3	718/3	719/3	720/3	721/3	722/3	723/3	724/3	725/3	726/3	727/3	728/3	729/3	730/3	731/3	732/3	733/3	734/3	735/3	736/3	737/3	738/3	739/3	740/3	741/3	742/3	743/3	744/3	745/3	746/3	747/3	748/3	749/3	750/3	751/3	752/3	753/3	754/3	755/3	756/3	757/3	758/3	759/3	760/3	761/3	762/3	763/3	764/3	765/3	766/3	767/3	768/3	769/3	770/3	771/3	772/3	773/3	774/3	775/3	776/3	777/3	778/3	779/3	780/3	781/3	782/3	783/3	784/3	785/3	786/3	787/3	788/3	789/3	790/3	791/3	792/3	793/3	794/3	795/3	796/3	797/3	798/3	799/3	800/3	801/3	802/3	803/3	804/3	805/3	806/3	807/3	808/3	809/3	810/3	811/3	812/3	813/3	814/3	815/3	816/3	817/3	818/3	819/3	820/3	821/3	822/3	823/3	824/3	825/3	826/3	827/3	828/3	829/3	830/3	831/3	832/3	833/3	834/3	835/3	836/3	837/3	838/3	839/3	840/3	841/3	842/3	843/3	844/3	845/3	846/3	847/3	848/3	849/3	850/3	851/3	852/3	853/3	854/3	855/3	856/3	857/3	858/3	859/3	860/3	861/3	862/3	863/3	864/3	865/3	866/3	867/3	868/3	869/3	870/3	871/3	872/3	873/3	874/3	875/3	876/3	877/3	878/3	879/3	880/3	881/3	882/3	883/3	884/3	885/3	886/3	887/3	888/3	889/3	890/3	891/3	892/3	893/3	894/3	895/3	896/3	897/3	898/3	899/3	900/3	901/3	902/3	903/3	904/3	905/3	906/3	907/3	908/3	909/3	910/3	911/3	912/3	913/3	914/3	915/3	916/3	917/3	918/3	919/3	920/3	921/3	922/3	923/3	924/3	925/3	926/3	927/3	928/3	929/3	930/3	931/3	932/3	933/3	934/3	935/3	936/3	937/3	938/3	939/3	940/3	941/3	942/3	943/3	944/3	945/3	946/3	947/3	948/3	949/3	950/3	951/3	952/3	953/3	954/3	955/3	956/3	957/3	958/3	959/3	960/3	961/3	962/3	963/3	964/3	965/3	966/3	967/3	968/3	969/3	970/3	971/3	972/3	973/3	974/3	975/3	976/3	977/3	978/3	979/3	980/3	981/3	982/3	983/3	984/3	985/3	986/3	987/3	988/3	989/3	990/3	991/3	992/3	993/3	994/3	995/3	996/3	997/3	998/3	999/3	1000/3

I parametri di progetto considerati nel calcolo di verifica della struttura scatolare di elevazione per la condizione di carico sismica al SLV e SLD, sono i seguenti:

## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	BDM2-70p 750
Intestazione del lavoro	BDM2 70P 750 - Ferla - q=1
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unità di misura delle forze	kg
Unità di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC-2018
Analisi modale effettuata con il metodo di Ritz	

### NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Località	Ferla (SR)
Longitudine (WGS84)	14.9399
Latitudine (WGS84)	37.1197
Categoria del suolo	D
Coefficiente topografico	1.4
Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricità accidentale	5%
Numero di frequenze	200
Comportamento strutturale	NON Dissipativo

### PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag*S) (m/s^2)
SLO	30	0.0489	2.4180	0.25	2.50	1.80	1.209
SLD	50	0.0673	2.5200	0.27	2.41	1.80	1.664
SLV	475	0.2767	2.2770	0.42	1.93	1.45	5.529
SLE	475	0.2767	2.2770	0.42	1.93	1.45	5.529
SLC	975	0.4002	2.3310	0.46	1.81	1.00	5.560

### STATO LIMITE ULTIMO

Fattore di comportamento q per sisma orizzontale	qor=1
--	-------

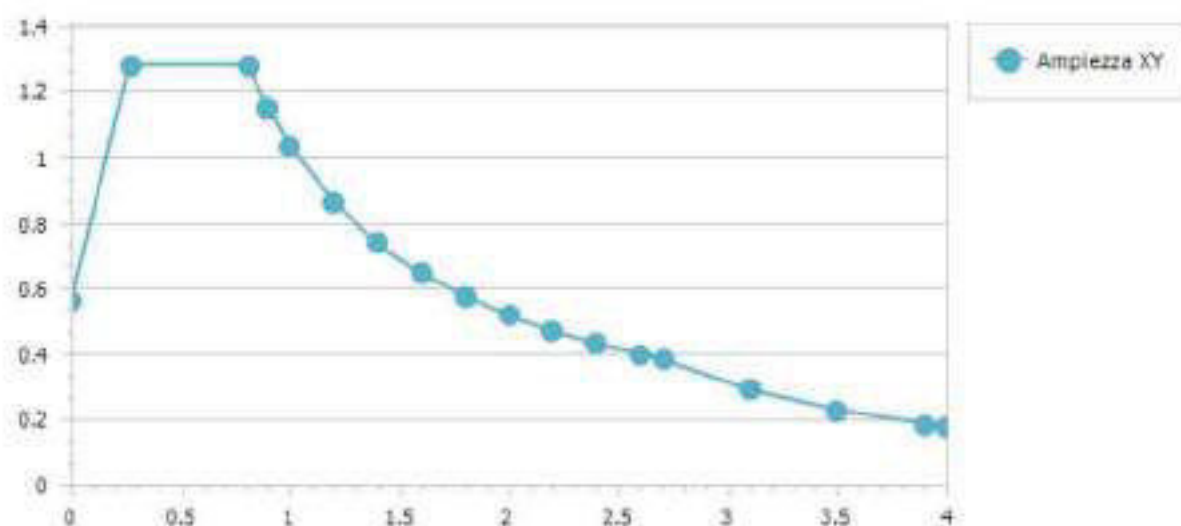
### STATO LIMITE DI DANNO

Fattore di comportamento q per sisma orizzontale	qor=1
Coeff.moltiplicativo sisma	1.000

### PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
$\lambda$	0.3
$\mu$	0.3

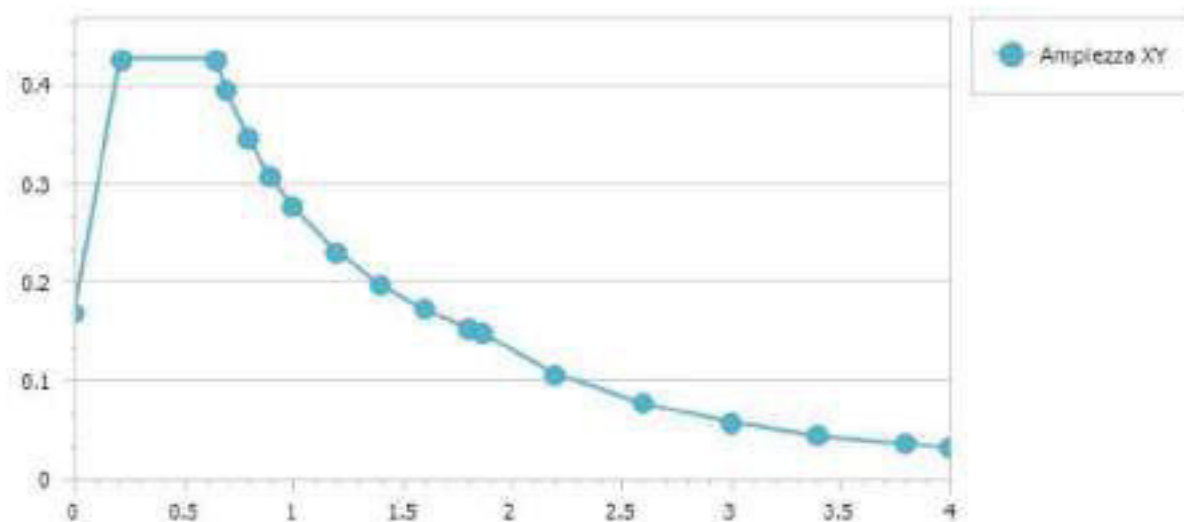
**Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (SLV)**



Num.	Periodo	Amplezza XY
1	0.000	0.564
2	0.270	1.283
3	0.810	1.283
4	0.900	1.155
5	1.000	1.040
6	1.200	0.866
7	1.400	0.743
8	1.600	0.650
9	1.800	0.578
10	2.000	0.520
11	2.200	0.473
12	2.400	0.433
13	2.600	0.400
14	2.707	0.384
15	3.100	0.293
16	3.500	0.230
17	3.900	0.185
18	4.000	0.176



### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (SLD)



Num.	Periodo	Amplezza XY
1	0.000	0.170
2	0.217	0.427
3	0.650	0.427
4	0.700	0.397
5	0.800	0.347
6	0.900	0.308
7	1.000	0.278
8	1.200	0.231
9	1.400	0.198
10	1.600	0.173
11	1.800	0.154
12	1.869	0.149
13	2.200	0.107
14	2.600	0.077
15	3.000	0.058
16	3.400	0.045
17	3.800	0.036
18	4.000	0.032

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variable: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.300
			Variable: Magazzini	Condizione 2	0.800
			Variable: Neve	Condizione 4	0.000
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variable: Domestici e residenziali	Condizione 3	1.500
			Variable: Magazzini	Condizione 2	1.500
			Variable: Neve	Condizione 4	1.500

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variable: Domestici e residenziali	Condizione 3	1.000
			Variable: Magazzini	Condizione 2	1.000
			Variable: Neve	Condizione 4	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variable: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.500
			Variable: Magazzini	Condizione 2	0.900
			Variable: Neve	Condizione 4	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variable: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.300
			Variable: Magazzini	Condizione 2	0.800
			Variable: Neve	Condizione 4	0.000

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variable: Domestici e residenziali	Condizione 3	0.300
			Variable: Magazzini	Condizione 2	0.800
			Variable: Neve	Condizione 4	0.000

L'insieme strutturale scatolare della costruzione Framar-TMT BDM2\_70p mod.750 è costituito e modellato da elementi bidimensionali in c.a. verticali di spessore  $S=7$  cm assemblati ed uniti con un collegamento strutturale sufficientemente duttile e tali da resistere adeguatamente alle azioni verticali (secondo DG ENEL e NTC 2018) e per azioni sismiche rilevabili nel:

- Sito Sismicità: **sito con sismicità massima (Ferla – SR)**  
lat: **37.11972** long: **14.93992**

Nel modello strutturale di calcolo, per determinare il comportamento bidimensionale a “parete” della costruzione si sono considerate nel piano verticale un numero definito di ELEMENTI GUSCIO-PIASTRA, che rappresentano al meglio il comportamento effettivo delle singole pareti.

La soletta inferiore è rigidamente vincolata con incastro alle pareti laterali e appoggiata sulla vasca di fondazione.

Si riporta di seguito il calcolo sismico effettivo del modello verificato (carichi Enel + Azione Sismica e Carichi D.M.2018) effettuato mediante analisi sismica con METODO STATICO e DINAMICO utilizzando i parametri sismici di cui al prospetto riportato sopra.

Si riportano di seguito le rappresentazioni delle sollecitazioni “momento flettente” e “sforzi normali” mediante rappresentazioni di involuppo degli stessi enti sollecitanti.

In particolare, si riporta:

Per la verifica SLV+SLU:

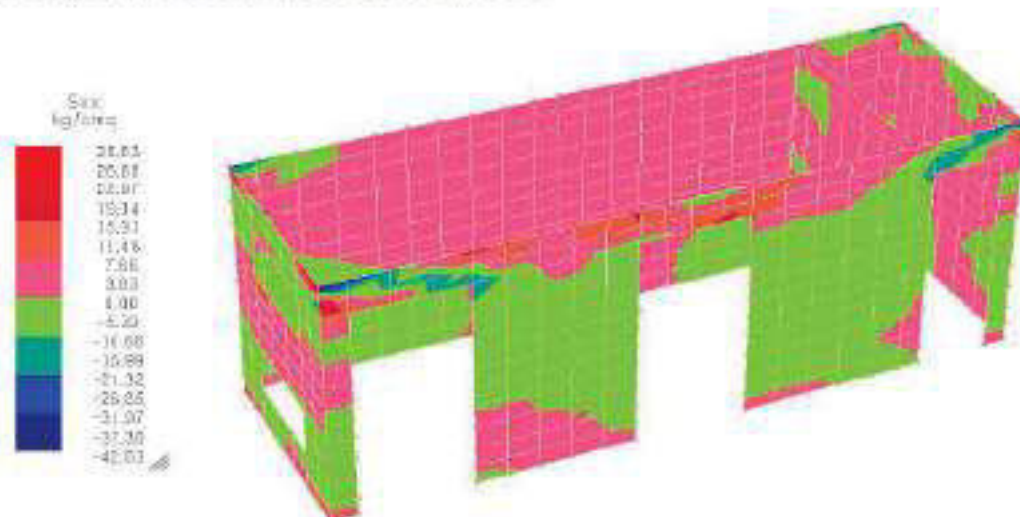
- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{yy}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{yy}$

Per la verifica SLD+SLE:

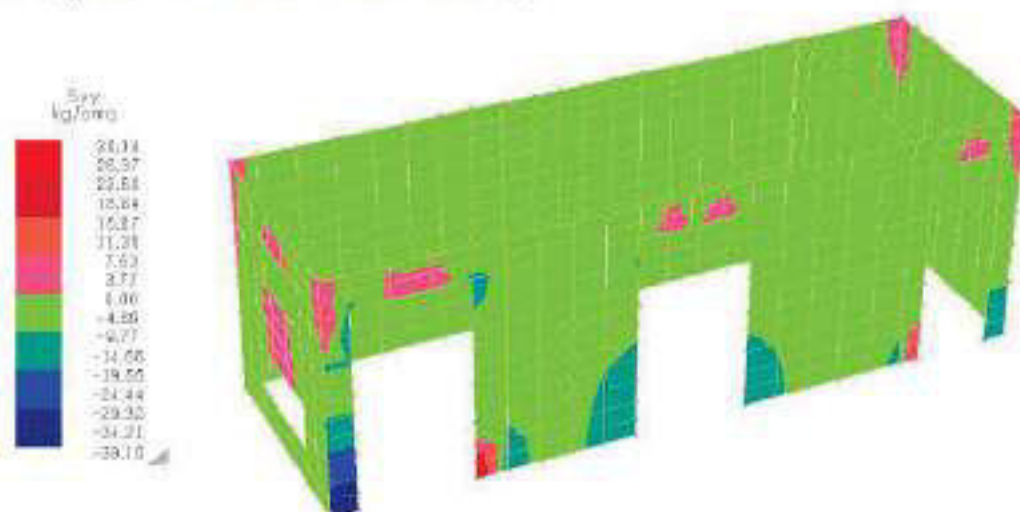
- Deformazioni parete (*parete più deformata*)
- Deformazioni soletta di calpestio
- Deformazioni soletta di copertura

## PARETI VERTICALI

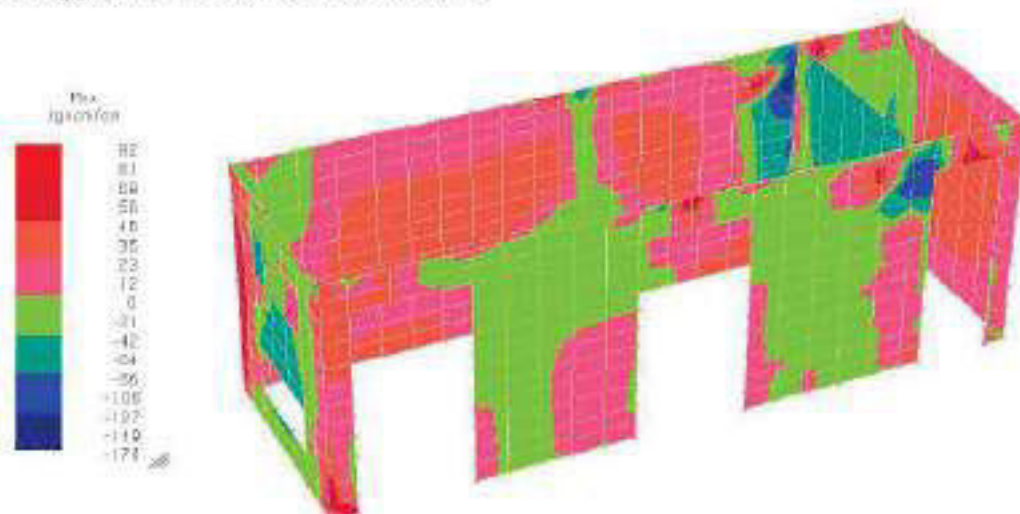
Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{xx}$



Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{yy}$

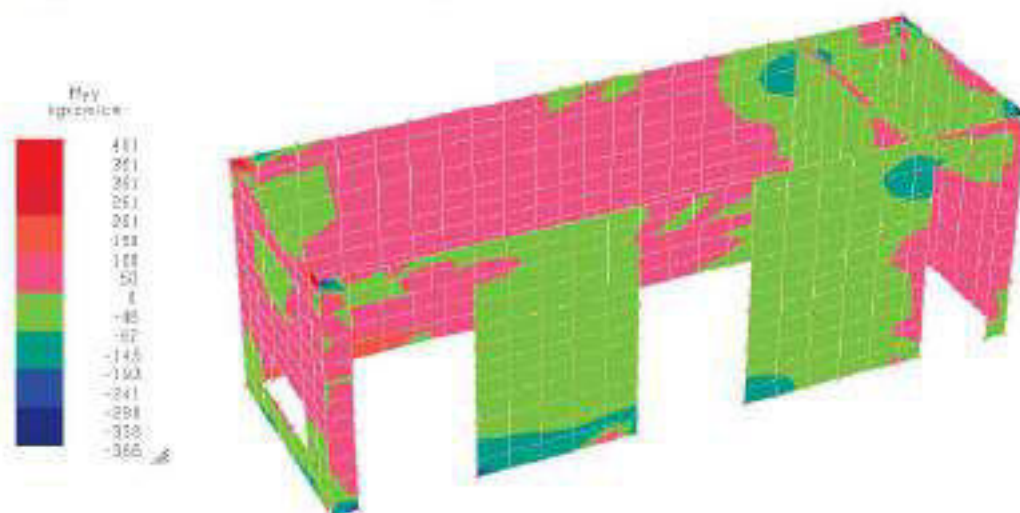


Involuppo ente sollecitante momenti  $M_{xx}$





## Involuppo ente sollecitante momenti Myy



### Verifica SLU elemento con ente sollecitante Myy (estratto elemento più sollecitato)

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Faria - q=1  
 Elem.: GUSCIO (parete) Gruppo: 1 Tabella: Tabella muri spessore 7  
 Descrizione: box  
 Rck: 400.00 kg/cm<sup>2</sup> f<sub>yk</sub>: 4580.0 kg/cm<sup>2</sup> Copriferro: 3.4 cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)  
 Spessore: 7.0 cm Coeff. di partecipazione Mxy: 0.50 Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50  
 Diam. vertic.: 5 mm Passo vertic.: 22 cm  $\rho$  vertic.: 0.25 % Diam. agg. vertic.: 8 mm Passo agg. vertic.: 20 cm  
 Diam. orizz.: 5 mm Passo orizz.: 22 cm  $\rho$  orizz.: 0.25 % Diam. agg. orizz.: 8 mm Passo agg. orizz.: 20 cm

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Mxx	Mxx	Myy	Myy	V	Ax	Av	Indice di resistenza		Sola
	kg/22 cm	kg*cm/22 cm	kg/22 cm	kg*cm/22 cm	kg/22 cm	cmq/22 cm	cmq/22 cm	N, M	Bielle	
419 1A	3328	-13	653	-34	704	1.50	1.50	0.63	0.16	
419 1B	-3615	-15	-532	-34	704	0.39	0.39	0.40	0.13	
419 1C	3328	14	653	35	704	1.50	1.50	0.63	0.16	
419 1D	-3615	14	-532	35	704	0.39	0.39	0.43	0.13	
419 1I	3946	-16	848	-44	955	1.50	1.50	0.76	0.21	
419 1J	-4197	-16	-728	-44	955	0.39	1.50	0.61	0.21	
419 1K	3946	16	848	46	955	1.50	1.50	0.76	0.21	
419 1L	-4197	16	-728	46	955	0.39	1.50	0.62	0.21	
419 2	-109	1	225	3	77	0.39	1.50	0.05	0.02	

Spess.= 7.0 cm Ax= 2 d 8/20 Av= 2 d 8/20 ( e arm. base nelle due direzioni )

**CALCOLO PER ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (par. 10.2 NTC2018)**

Unita' di misura delle forze:	kg
Unita' di misura delle lunghezze:	cm
Tensioni espresse in:	kg/cm <sup>2</sup>
Normativa:	NTC-2018
Versione:	Edifici nuovi
Tipologia:	No minimi
Rck:	440.0
fyk:	4580.0
Tensione di calcolo calcestruzzo a pressotensoflessione:	-206.9
Tensione di calcolo acciaio a pressotensoflessione:	3982.6
Tensione di calcolo a compressione calcestruzzo per taglio e torsione:	-206.9
Tensione di calcolo a trazione calcestruzzo:	15.5
Tensione di calcolo per l'armatura trasversale per taglio e torsione:	3982.6

**DATI GEOMETRICI, ARMATURE E SOLLECITAZIONI**

Sezione tipo:	Rettangolare piena
Base:	22.000
Altezza:	7.000

Armature superiori		
num. barre	φ (mm)	copriferro (cm)
1	5.0	3.4

Armature inferiori		
num. barre	φ (mm)	copriferro (cm)
1	5.0	3.4

Sforzo normale N:	-532.000
Momento flettente:	3500.000
Taglio:	154.880

**RISULTATI VERIFICA A PRESSOFLESSIONE (Calcolo sostanzialmente elastico)**

Metodo di calcolo IR s.l.u. proporzionale a N, Mx, My

Risultati finali derivanti dalla condizione:  
Massima deformazione calcestruzzo, Epsyd per acciaio

Indice di resistenza allo s.l.u.:	0.43
Campo di rottura della sezione:	2

Sollecitazioni resistenti	
sforzo normale:	-1278.856
Momento flettente:	8407.665

Distanza asse neutro dal bordo compresso:	1.337
---	-------

	Calcestruzzo		Acciaio	
	Tensioni	deformazioni (%)	Tensioni	deformazioni (%)
bordo superiore:	-166.93	-0.11	3630.61	0.17
bordo inferiore:	Allungamento	0.47	3982.60	0.19

**RISULTATI VERIFICA A TAGLIO****Verifica senza armatura trasversale**

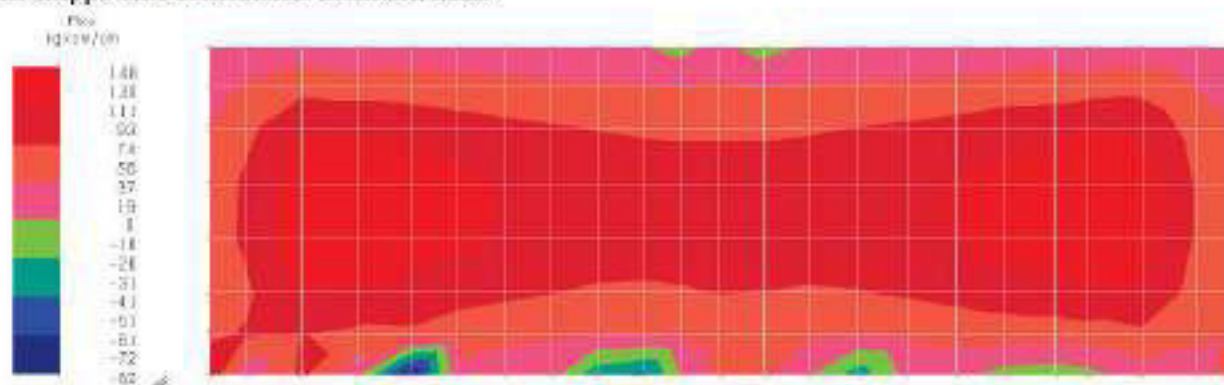
Taglio res. ultimo (VRd):	519.416
Indice di resistenza:	0.30

**Verifica delle bielle compresse**

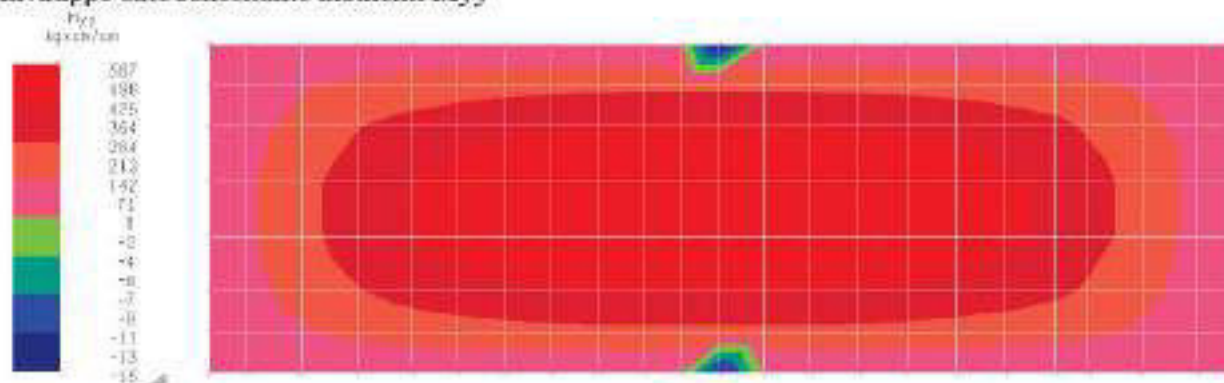
Taglio resistente ultimo (VRcd):	2585.676
ctg(θ):	2.50
Indice di resistenza:	0.06

## SOLETTA di COPERTURA

### Inviluppo ente sollecitante momenti Mxx



### Inviluppo ente sollecitante momenti Myy



### Verifica SLU elemento con ente sollecitante Myy (estratto elemento più sollecitato)

Lavoro: BDM2-70p 750      Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Faria - q=1  
 Elem.: QUASIO (piastre) Gruppo: 2      Tabella: Tabella gusci COPERTURA  
 Descrizione: soletta copertura  
 Rck: 400.00 kg/cm<sup>2</sup>      f<sub>yk</sub>: 4500.0 kg/cm<sup>2</sup>      Copriferro sup.: 2.5 cm      Copriferro inf.: 2.5 cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (57.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione M<sub>xy</sub>: 0.50      Coeff. di partecipazione S<sub>xy</sub>: 0.50  
 d<sub>as</sub> base sup.: 5 mm      d<sub>as</sub> base inf.: 5 mm      p<sub>ax</sub>: 20 cm      d<sub>ax</sub> agg.: 8 mm      p<sub>ax</sub> agg.: 90 cm  
 d<sub>ay</sub> base sup.: 5 mm      d<sub>ay</sub> base inf.: 5 mm      p<sub>ay</sub>: 20 cm      d<sub>ay</sub> agg.: 8 mm      p<sub>ay</sub> agg.: 90 cm  
 Orientamento armature: rif. globale      Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi  
 Diametro staffe: 6 mm      Numero braccia: 2

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

L'armatura trasversale viene inserita se necessaria ( $V_x/V_{rd1} > 1$ ): vedere righe riassuntive

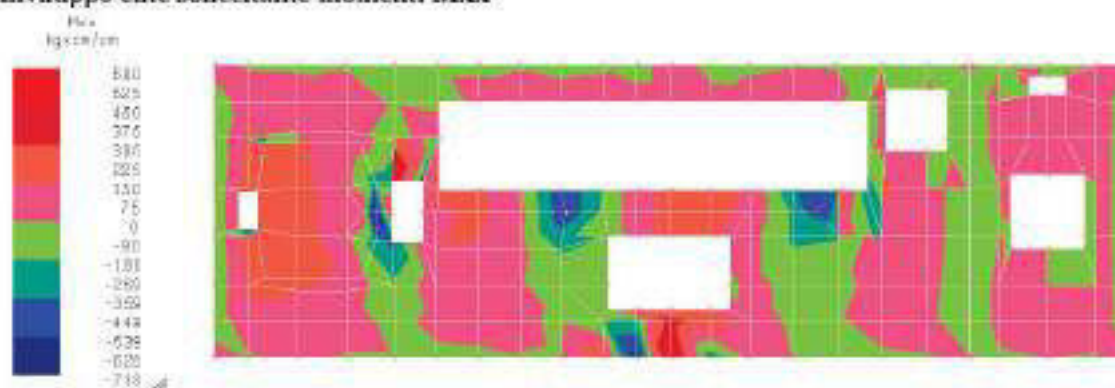
El. / comb.	N <sub>xx</sub>	M <sub>xx</sub>	N <sub>yy</sub>	M <sub>yy</sub>	V <sub>x</sub> (M <sub>xx</sub> )	V <sub>x</sub> (M <sub>yy</sub> )	A <sub>xx</sub> inf.	A <sub>xx</sub> sup.	A <sub>yy</sub> inf.	A <sub>yy</sub> sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m		cm <sup>2</sup> / 20 cm		cm <sup>2</sup> / 20 cm		N. M.	t <sub>xy</sub>	V <sub>x</sub> /V <sub>rd1</sub>
75 1A	0	2	0	17	29	34	0.20	0.20	0.20	0.20	0.61	0.00	0.01
75 1B	-0	2	-0	17	29	34	0.20	0.20	0.20	0.20	0.61	0.00	0.01
75 1C	0	8	0	35	40	38	0.20	0.20	0.20	0.20	0.77	0.00	0.01
75 1D	-0	8	-0	35	40	38	0.20	0.20	0.20	0.20	0.77	0.00	0.01
75 1E	0	3	0	18	18	19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.62	0.00	0.01
75 1F	-0	3	-0	18	18	19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.62	0.00	0.01
75 1G	0	7	0	34	22	26	0.20	0.20	0.20	0.20	0.76	0.00	0.01
75 1H	-0	7	-0	34	22	26	0.20	0.20	0.20	0.20	0.76	0.00	0.01
75 2	-0	10	-0	113	3	3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.91	0.00	0.00

Spess.= 8.0 cm    A<sub>xx</sub>inf= --      A<sub>xx</sub>sup= --      A<sub>yy</sub>inf= 3.0 = 0/94    A<sub>yy</sub>sup= --      (e arm. base nelle due direz.)

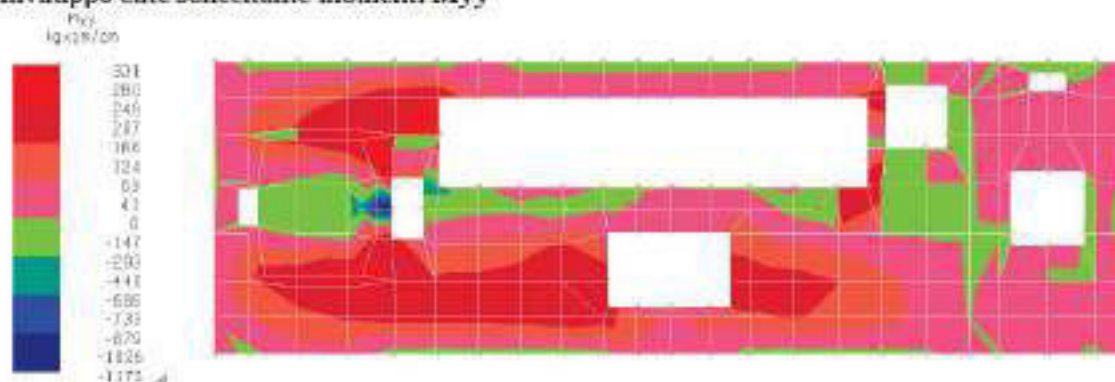


## SOLETTA di CALPESTIO CABINA (fondo della cella)

### Involuppo ente sollecitante momenti Mxx



### Involuppo ente sollecitante momenti Myy



### Verifica SLU elemento con ente sollecitante Mxx (estratto elemento più sollecitato)

Lavoro: **BDM2-70p-750** Interazione lavoro: **BDM2 70p 750 - Forla - q-1**  
 Elem.: **60SC10 (piastrella)** Gruppo: **3** Tabella: **Tabella gusci CALPESTIO**  
 Descrizione: **soletta calpestio**  
 Rsk: **400.00 kg/cm²** Fyk: **4500.0 kg/cm²** Copriferro sup.: **2.5 cm** Copriferro inf.: **2.5 cm**  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione Mxy: **0.50** Coeff. di partecipazione Sky: **0.50**  
 dx base sup.: **5 mm** dx base inf.: **5 mm** pax: **10 cm** dx agg.: **8 mm** pax agg.: **90 cm**  
 dy base sup.: **5 mm** dy base inf.: **5 mm** pyy: **10 cm** dy agg.: **8 mm** pyy agg.: **90 cm**  
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00 gradi**  
 Diametro staffe: **6 mm** Numero braccia: **2**

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere righe riassuntive

L'armatura trasversale viene inserita se necessaria ( $V_x/V_{rd1} > 1$ ); vedere righe riassuntive

El. comb.	Rxx	Mxx	Ryy	Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/10 cm	kg*cm/10 cm	kg/10 cm	kg*cm/10 cm	kg/m		cmq /10 cm		cmq /10 cm		N, M	txy	Vx/Vrd1
67 1A	606	-47	115	-5	610	513	0.20	0.36	0.20	0.20	0.90	0.03	0.16
67 1B	-247	-47	-39	-5	610	513	0.20	0.20	0.20	0.20	0.93	0.03	0.18
67 1C	606	52	115	0	730	539	0.36	0.20	0.20	0.20	0.96	0.03	0.20
67 1D	-247	52	-39	0	730	539	0.25	0.20	0.20	0.20	0.95	0.03	0.20
67 1E	771	-30	174	-2	385	417	0.20	0.31	0.20	0.20	0.96	0.04	0.13
67 1F	-412	-30	-98	-2	385	417	0.20	0.20	0.20	0.20	0.43	0.04	0.13
67 1K	771	35	174	6	537	421	0.31	0.20	0.20	0.20	0.93	0.04	0.15
67 1L	-412	35	-98	6	537	421	0.20	0.20	0.20	0.20	0.94	0.04	0.15
67 1	324	2	66	3	81	240	0.20	0.20	0.20	0.20	0.24	0.02	0.08

Spess.= 8.0 cm Axainf= 3 d 0/90 Axxsup= 3 d 0/90 Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)



### 5.2.5.2 VERIFICA a FESSURAZIONE

Per determinare lo stato limite di apertura delle fessure in funzione di condizioni ambientali di uso del prefabbricato **framar-TMT BDM2\_70p**, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, pur rimanendo valide le indicazioni prestazionali riportate negli allegati, limitatamente a questa verifica si ipotizza di installare il prefabbricato in condizioni ambientali aggressive ai sensi della Tab. 4.1.III del D.M. 17.1.2018.

Procedendo in favore di sicurezza si valuta l'apertura delle fessure (*nell'ipotesi di acciaio ordinario con armature poco sensibili*) per gli elementi più sollecitati delle pareti, del fondo di calpestio e della soletta di copertura. Tale schema strutturale è soggetto nella verifica a fessurazione massima ai carichi distribuiti e concentrati competenti.

Di seguito, nell'allegato dei calcoli, è riportata la verifica completa a fessurazione delle parti strutturali più sollecitate delle pareti, del fondo di calpestio e della soletta di copertura. Si evidenziano di seguito i massimi valori di apertura delle fessure in condizione Rara (3), Frequente (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo riportato in allegato.

#### Pareti

LAVORO: **BDM2-70p 750**      Intestazione lavoro: **BDM2 70p 750 - realia - q-l**  
 Elem.: **08SCIO (parete)**      Gruppo: **1**      Tabella: **Tabella muri spessore 7**  
 Descrizione:  
 Rsk: 400.00 kg/cmq      fyk: 4500.0 kg/cmq      Condizioni ambientali: Aggressiva Coprif.: 3.4 cm  
 Spessore: 7.0 cm      Coeff. di partecipazione Mxy: 0.50      Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50  
 Diam. vertic.: 5 mm      Passo vertic.: 22 cm      p vertic.: 0.25 %      Diam. agg. vertic.: 8 mm      Passo agg. vertic.: 20 cm  
 Diam. orizz.: 5 mm      Passo orizz.: 22 cm      p orizz.: 0.25 %      Diam. agg. orizz.: 8 mm      Passo agg. orizz.: 20 cm

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

Fessurazione eseguita mediante calcolo indiretto. Se w fessurazione non è rispettata, viene aggiunta armatura e indicata fra le note laterali

STAMPA SINTETICA (stampe degli elementi con massima Sc e Sf a fessurazione senza calcolo diretto)

El. comb.		$M_{xx}$	$M_{yy}$	$M_{xy}$	$K_0$	$A_v$	$S_0$	$S_f$	Note
		kg/22 cm	kg*cm/22 cm	kg/22 cm	kg*cm/22 cm	cmq/22 cm	cmq/22 cm	kg/cmq	
169	3	93	-6	-172	-17	1.50	0.39	-36.75	1023.1 rara
256	3	-45	4	-88	15	0.39	0.39	-36.02	1052.7 rara
199	5	56	4	-67	-32	1.50	0.29	-44.99	-- quasi pers.

La verifica a fessurazione per le pareti è eseguita senza calcolo diretto dell'ampiezza della fessura, in accordo al punto C4.1.2.2.4.5 della Circolare 2019. La verifica a fessurazione senza calcolo diretto esegue un controllo sulla tensione delle barre di acciaio valutata al lembo teso; si può così entrare nell'intervallo dei valori tensionali riportati nella tabella C4.1.II e C4.1.III della Circolare 2019 ed eseguire di conseguenza il controllo sul diametro massimo utilizzato e sulla spaziatura massima tra le barre.

Si rispetta le prescrizioni riportate in tali tabelle, dunque si considera verificata la "fessurazione".

## Soletta di copertura

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Perla - q-1  
 Elem.: GUSC10 (piastra) Gruppo: 2 Tabella: Tabella gusci COPERTURA  
 Descrizione: soletta copertura  
 Rsk: 400.00 kg/cmq fyk: 4500.0 kg/cmq Condizioni ambientali: Aggressiva  
 Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm  
 Coeff. di partecipazione Sky: 0.50  
 dx base sup.: 5 mm dx base inf.: 5 mm pxx: 20 cm dx agg.: 8 mm pxx agg.: 90 cm  
 dy base sup.: 5 mm dy base inf.: 5 mm pyy: 20 cm dy agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm  
 Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massime Sc, Sf, w)

El. comb.	Sxx	Mxx	Nyy	Nyy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cmq / 20 cm		cmq / 20 cm		kg/cmq		mm	
83 2	-0	13	-0	20	0.20	0.20	0.33	0.20	-84.87	3969.1	--	rara
47 3	0	15	0	72	0.20	0.20	0.42	0.20	-84.11	3320.0	--	rara
82 5	-0	-3	-0	31	0.20	0.20	0.33	0.20	-13.60	--	0.00	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per la soletta di copertura nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per armatura aggressiva risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure w pari a:

CC<sub>4</sub>(frequente) max = w 0.00mm << w<sub>2</sub> = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

CC<sub>5</sub> (quasi permanente) max = w 0.00mm << w<sub>1</sub> = 0.20 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la "fessurazione".

## Soletta di calpestio

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Perla - q-1  
 Elem.: GUSC10 (piastra) Gruppo: 3 Tabella: Tabella gusci CALPESTIO  
 Descrizione: soletta calpestio  
 Rsk: 400.00 kg/cmq fyk: 4500.0 kg/cmq Condizioni ambientali: Aggressiva  
 Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm  
 Coeff. di partecipazione Sky: 0.50  
 dx base sup.: 5 mm dx base inf.: 5 mm pxx: 10 cm dx agg.: 8 mm pxx agg.: 90 cm  
 dy base sup.: 5 mm dy base inf.: 5 mm pyy: 10 cm dy agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm  
 Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massime Sc, Sf, w)

El. comb.	Sxx	Mxx	Nyy	Nyy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/10 cm	kg*m/10 cm	kg/10 cm	kg*m/10 cm	cmq / 10 cm		cmq / 10 cm		kg/cmq		mm	
18 3	37	-24	343	-43	0.20	0.25	0.20	0.42	-80.94	2559.4	--	rara
17 3	111	-25	236	-36	0.20	0.25	0.20	0.31	-84.68	2775.6	--	rara
94 4	-21	-30	30	-14	0.20	0.31	0.20	0.20	--	--	0.26	freq.
19 5	76	-21	273	-36	0.20	0.25	0.20	0.42	-75.64	--	0.00	quasi perm.
94 5	-19	-29	28	-13	0.20	0.36	0.20	0.20	-62.61	--	0.18	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per il fondo di calpestio nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per armatura aggressiva risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure w pari a:

CC<sub>4</sub>(frequente) max = w 0.26mm << w<sub>2</sub> = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

CC<sub>5</sub> (quasi permanente) max = w 0.18mm << w<sub>1</sub> = 0.20 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la "fessurazione".



### 5.2.5.3 VERIFICA A PUNZONAMENTO del FONDO-CALPESTIO ( $s=8\text{cm}$ doppia armatura)

VERIFICHE A PUNZONAMENTO: modo: 723 Spessore piastra: 8.00 cm, pilastro SZ2. Rp S= 15.0 S= 15.0  
 Tipologia: Pilastro di bordo (lungo asse 'y' locale)

		Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base					Armature in alternativa			
N.comb Data	u0	N rid.	Vred	I.R.bielle	u1	p	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese (dir.y)-(dir.x) cm²	barre piegate (dir.y) ----- (dir.x) cm²			
	cm	kg			cm	t	kg				cm²	cm²	cm²	
1A	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	3450	2850	1.21	2.19	0.98	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1B	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	3450	2850	1.21	2.19	0.98	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1C	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	3450	2850	1.21	2.19	0.98	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1D	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	3450	2850	1.21	2.19	0.98	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1E	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--	--
1F	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--	--
1G	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--	--
1H	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--	--
1I	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1J	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1K	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1L	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)
1M	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--	--
1N	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--	--
1O	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--	--
1P	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--	--
2	1.00	32	3707	7334	0.51	90	0.36	3707	2850	1.30	2.71	1.21	1.01 ( 2 d 8)	1.01 ( 2 d 8)

VERIFICHE A PUNZONAMENTO: modo: 728 Spessore piastra: 8.00 cm, pilastro SZ2. Rp S= 15.0 S= 15.0  
 Tipologia: Pilastro di bordo (lungo asse 'x' locale)

		Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base					Armature in alternativa			
N.comb	Data	u0	N rid.	Vred	I.R.bielle	u1	p	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese (dir.y)-(dir.x)		barre piegate (dir.y) ----- (dir.x)	
		cm	kg			cm	t	kg			cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	
1A	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--	--
1B	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--	--
1C	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--	--
1D	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--	--
1E	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--	--
1F	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--	--
1G	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--	--
1H	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--	--
1I	1.00	32	1498	7334	0.20	99	0.36	1498	3122	0.48	--	--	--	--
1J	1.00	32	1498	7334	0.20	99	0.36	1498	3122	0.48	--	--	--	--
1K	1.00	32	1498	7334	0.20	99	0.36	1498	3122	0.48	--	--	--	--
1L	1.00	32	1498	7334	0.20	99	0.36	1498	3122	0.48	--	--	--	--
1M	1.00	32	1078	7334	0.15	99	0.36	1078	3122	0.35	--	--	--	--
1N	1.00	32	1078	7334	0.15	99	0.36	1078	3122	0.35	--	--	--	--
1O	1.00	32	1078	7334	0.15	99	0.36	1078	3122	0.35	--	--	--	--
1P	1.00	32	1078	7334	0.15	99	0.36	1078	3122	0.35	--	--	--	--
2	1.00	32	1814	7334	0.25	99	0.36	1814	3122	0.58	--	--	--	--

VERIFICHE A PUNZONAMENTO: modo: 733 Spessore piastra: 8.00 cm, pilastro SZ2. Rp S= 15.0 S= 15.0  
 Tipologia: Pilastro di bordo (lungo asse 'x' locale)

		Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base					Armature in alternativa			
N.comb Data	u0 cm	N rid. kg	Vred	I.R.bielle	u1 cm	p t	N rid. kg	Vrd	I.R.	barre tese (dir.y)-(dir.x) cm²		barre piegate (dir.y) ----- (dir.x) cm²		
1A	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--	
1B	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--	
1C	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--	
1D	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--	
1E	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--	
1F	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--	
1G	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--	
1H	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--	
1I	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--	
1J	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--	
1K	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--	
1L	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--	
1M	1.00	32	1315	7334	0.18	99	0.36	1315	3122	0.42	--	--	--	
1N	1.00	32	1315	7334	0.18	99	0.36	1315	3122	0.42	--	--	--	
1O	1.00	32	1315	7334	0.18	99	0.36	1315	3122	0.42	--	--	--	
1P	1.00	32	1315	7334	0.18	99	0.36	1315	3122	0.42	--	--	--	
2	1.00	32	2172	7334	0.30	99	0.36	2172	3122	0.70	--	--	--	

VERIFICA A PUNZONAMENTO SODDISFATTA CON ARMATURA AGGIUNTIVA

#### 5.2.5.4 VERIFICA SLD/SLE: SPOSTAMENTI/ROTAZIONI

##### SOLETTA di COPERTURA, CALPESTIO CABINA e PARETI del FUSTO

###### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.30e-02	+2.38e-02	-3.67e-01	-3.08e-03	-1.60e-03	+2.38e-03	+3.67e-01
Nodo:	420	1212	651	558	565	667	651

###### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI (EX+λ\*EY)

Traslaz.X	Traslaz.Y	Traslaz.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
+3.52e-02	+6.13e-02	+4.22e-02	+5.41e-04	+1.26e-03	+3.96e-04	+7.74e-02
Nodo: 194	Nodo: 544	Nodo: 36	Nodo: 900	Nodo: 1069	Nodo: 866	Nodo: 593

###### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI (λ\*EX+EY)

Traslaz.X	Traslaz.Y	Traslaz.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
+1.22e-02	+1.94e-01	+7.75e-02	+1.54e-03	+1.37e-03	+1.00e-03	+2.09e-01
Nodo: 194	Nodo: 544	Nodo: 27	Nodo: 915	Nodo: 208	Nodo: 866	Nodo: 593



Deformazione SOLETTA di COPERTURA CABINA in SLD/SLE

è assunto come limite la deformazione di  $1/250$  della luce e pertanto:

- Verifica inflessione max =  $-0.26 \text{ cm} < 230/500 = 0.46 \text{ cm}$

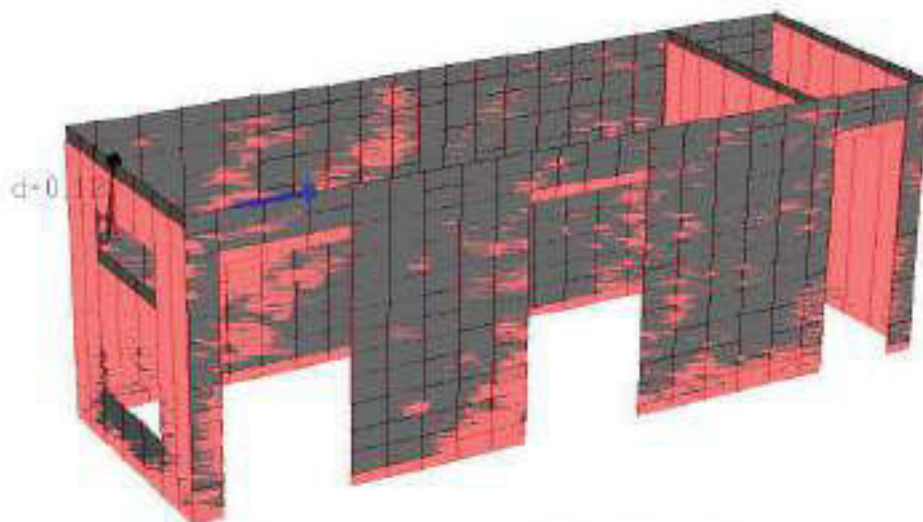


Deformazione SOLETTA di CALPESTIO CABINA in SLD/SLE

è assunto come limite la deformazione di  $1/250$  della luce e pertanto:

- Verifica inflessione max =  $-0.13 \text{ cm} < 230/500 = 0.46 \text{ cm}$





**Spostamenti massimi PARETE in SLD/SLE**

è assunto come limite la deformazione di  $1/500$  della luce e pertanto:

- Verifica spostamento d max --  $0.12 \text{ cm} < 268/500 = 0.53 \text{ cm}$

#### 5.2.5.5 VERIFICA DEI COLLEGAMENTI M12-M16, cl.8.8

Il collegamento meccanico strutturale per realizzare i due vincoli (pareti-soletta e cabina-vasca di fondazione) avviene con un idoneo sistema di inserimento - collegamento verticale tra copertura-parete e cabina-fondazione. I collegamenti sono previsti utilizzando viti  $\phi=16\text{mm}$  e  $\phi=12\text{mm}$  cl. 8.8, predisposte secondo la disposizione indicata nei disegni esecutivi.

Nel modello strutturale di verifica il sistema dei collegamenti meccanici (D=12-16 mm cl.8.8) viene opportunamente considerato, in favore di sicurezza, utilizzando nel calcolo opportuni elementi finiti del tipo "pilastro" in acciaio D= 12-16 mm (S460), considerato come materiale acciaio ad alta resistenza in modo da assimilare al meglio (*ed in favore di sicurezza*) il comportamento delle singole bullonature con le viti classe 8.8 effettivamente previsti nel progetto esecutivo.

Questi elementi del modello di verifica FEM sono pertanto soggetti ad azioni taglianti, flettenti e di sforzo normale in conseguenza all'analisi sismica globale svolta adottando il fattore di struttura:

$$q=1.0$$

Di seguito si riporta la verifica dei collegamenti meccanici e a vite tra gli elementi nella condizione di carico sismica (*condizione di carico più gravosa*). Le verifiche di questi elementi di collegamento sono opportunamente svolte con EUROCODICE 3 – NTC 2018. In base ai conseguenti enti sollecitanti, che sono individuati con una analisi globale adottando appunto questo parametro, sono svolte le verifiche strutturali degli elementi di collegamento.

Si riporta, a stralcio, la verifica degli elementi più sollecitati dei collegamenti sopra elencati.

# Schema dei collegamenti tra le Pareti e la Soletta di copertura: ( $\phi 12$ cl.8.8)

5/2

4/2

2/2

6/2

3/2

1/2

## numerazione degli elementi di ancoraggio al fusto scatolare delle solette di copertura

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70P 750 - Ferla - q=1  
 Elemento: TRAVE Metodo di verifica: Eurocodice 3 - STC 2018  
 Gruppo: 2 Descrizione: giunzioni copertura - pareti  
 Tabella: Tabella pilastri Struttura: Nuova  
 Tipo Acciaio: CLASSE 8.8  
 Coeff. riduzione dell'area: 0.000 Tipologia sismica yx: Senza prescrizioni aggiuntive  
 Tipologia sismica xz: Senza prescrizioni aggiuntive  
 yM0: 1.050 yM1: 1.050 yM1': 1.050 yM2: 1.250 yrv: 0.000 yM0 Pf: 1.000 yM1 Pf: 1.000  
 Tipo collegamento: bullonato Connessione su due lati

ASTA NUM. 1 M1 203 M2 559 Lunghezza: 3.0 m SEZ. 1 Cp D" 1.2 cm  
 Sollecitazioni di calcolo e di verifica Indici <= 1 : VERIFICATO

NO	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.h.	I.R.	Nota
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m					
1A	0	-119	-83	29	0	0	0	1	0.02	0.02	0.02	
1B	0	-119	113	29	0	0	-0	1	0.03	0.02	0.02	
1C	0	-119	-83	-6	0	-0	0	1	0.02	0.02	0.03	
1D	0	-119	113	-6	0	-0	-0	1	0.03	0.02	0.03	
1E	0	-32	-83	29	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1F	0	-32	113	29	0	0	-0	1	0.03	0.00	0.01	
1G	0	-32	-83	-6	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.02	
1H	0	-32	113	-6	0	-0	-0	1	0.03	0.00	0.02	
1I	0	-118	-156	32	0	0	0	1	0.04	0.02	0.03	
1J	0	-118	186	32	0	0	-0	1	0.05	0.02	0.03	
1K	0	-118	-156	-9	0	-0	0	1	0.04	0.02	0.04	
1L	0	-118	186	-9	0	-0	-0	1	0.05	0.02	0.04	
1M	0	-34	-156	32	0	0	0	1	0.04	0.00	0.01	
1N	0	-34	186	32	0	0	-0	1	0.05	0.00	0.01	
1O	0	-34	-156	-9	0	-0	0	1	0.04	0.00	0.02	
1P	0	-34	186	-9	0	-0	-0	1	0.05	0.00	0.02	
2	0	-238	20	47	0	-0	0	1	0.01	0.04	0.05	
1A	2	-119	-83	29	0	-0	-1	1	0.02	0.02	0.09	
1B	2	-119	113	29	0	-0	2	1	0.03	0.02	0.11	
1C	2	-119	-83	-6	0	-0	-1	1	0.02	0.02	0.09	
1D	2	-119	113	-6	0	-0	2	1	0.03	0.02	0.11	
1E	2	-32	-83	29	0	-0	-1	1	0.02	0.00	0.08	
1F	2	-32	113	29	0	-0	2	1	0.03	0.00	0.10	
1G	2	-32	-83	-6	0	-0	-1	1	0.02	0.00	0.07	
1H	2	-32	113	-6	0	-0	2	1	0.03	0.00	0.10	
1I	2	-118	-156	32	0	-0	-2	1	0.04	0.02	0.15	
1J	2	-118	186	32	0	-0	3	1	0.05	0.02	0.17	
1K	2	-118	-156	-9	0	-0	-2	1	0.04	0.02	0.15	
1L	2	-118	186	-9	0	-0	3	1	0.05	0.02	0.17	
1M	2	-34	-156	32	0	-0	-2	1	0.04	0.00	0.14	
1N	2	-34	186	32	0	-0	3	1	0.05	0.00	0.16	
1O	2	-34	-156	-9	0	-0	-2	1	0.04	0.00	0.13	
1P	2	-34	186	-9	0	-0	3	1	0.05	0.00	0.16	
2	2	-238	20	47	0	-1	0	1	0.01	0.04	0.10	
1A	3	-119	-83	29	0	-1	-2	1	0.02	0.02	0.14	
1B	3	-119	113	29	0	-1	3	1	0.03	0.02	0.21	
1C	3	-119	-83	-6	0	-0	-2	1	0.02	0.02	0.15	
1D	3	-119	113	-6	0	-0	3	1	0.03	0.02	0.20	
1E	3	-32	-83	29	0	-1	-2	1	0.02	0.00	0.15	
1F	3	-32	113	29	0	-1	3	1	0.03	0.00	0.20	
1G	3	-32	-83	-6	0	-0	-2	1	0.02	0.00	0.14	
1H	3	-32	113	-6	0	-0	3	1	0.03	0.00	0.19	
1I	3	-118	-156	32	0	-1	-3	1	0.04	0.02	0.20	
1J	3	-118	186	32	0	-1	6	1	0.05	0.02	0.33	
1K	3	-118	-156	-9	0	-0	-5	1	0.04	0.02	0.28	
1L	3	-118	186	-9	0	-0	6	1	0.05	0.02	0.33	
1M	3	-34	-156	32	0	-1	-5	1	0.04	0.00	0.27	
1N	3	-34	186	32	0	-1	6	1	0.05	0.00	0.32	
1O	3	-34	-156	-9	0	-0	-5	1	0.04	0.00	0.27	
1P	3	-34	186	-9	0	-0	6	1	0.05	0.00	0.32	
2	3	-238	20	47	0	-2	1	1	0.01	0.04	0.14	

Collegamenti tra il Fusto scatolare di elevazione e Vasche di fondazione: (# 16 cl.8.8)

5/4

4/4

6/4

2/4

3/4

1/4

numerazione degli elementi di ancoraggio delle cabine con la vasca di fondazione

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70P 750 - Ferla - q-1  
 Elemento: TRAVE Metodo di verifica: Eurocodice 3 - NTC 2018  
 Gruppo: 4 Descrizione: giunzioni fondo - cordolo  
 Tabella: Tabella pilastri Struttura: Nuova  
 Tipo acciaio: CLASSE 8.8  
 Coeff. riduzione dell'area: 0.008 Tipologia mistica yx: Senza prescrizioni aggiuntive  
 Tipologia mistica xx: Senza prescrizioni aggiuntive  
 yx0: 1.050 yx1: 1.050 yx2: 1.050 yx3: 1.250 yrv: 0.000 yx0 pf: 1.000 yx1 pf: 1.000  
 Tipo collegamento: bullonato Connessione su due lati

ASTA NUM. 3 DI 925 SF 753 Length: 3.6 cm SEZ. 5 Cp D= 1.6 cm

categoria: p.p. y qy tot.

qy medio: 0.0098 0.0098 kg/cm

Sollecitazioni di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

NO	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I,V,T	I,R,n	I,R	Nota
	cm	kg			kg*cm							
<hr/>												
1A	0	-1420	-149	46	0	1	0	1	0.02	0.11	0.14	
1B	0	-1420	209	46	0	1	-0	1	0.03	0.11	0.14	
1C	0	-1420	-149	-19	0	0	0	1	0.02	0.11	0.12	
1D	0	-1420	209	-19	0	0	-0	1	0.03	0.11	0.12	
1E	0	1430	-149	46	0	1	0	1	0.02	0.12	0.14	
1F	0	1430	209	46	0	1	-0	1	0.03	0.12	0.14	
1G	0	1430	-149	-19	0	0	0	1	0.02	0.12	0.12	
1H	0	1430	209	-19	0	0	-0	1	0.03	0.12	0.12	
1I	0	-998	-136	58	0	2	0	1	0.02	0.08	0.12	
1J	0	-998	196	58	0	2	-0	1	0.03	0.09	0.12	
1K	0	-998	-136	-31	0	-0	0	1	0.02	0.08	0.08	
1L	0	-998	196	-31	0	-0	-0	1	0.03	0.08	0.08	
1M	0	1098	-136	58	0	2	0	1	0.02	0.09	0.12	
1N	0	1098	196	58	0	2	-0	1	0.03	0.09	0.12	
1O	0	1098	-136	-31	0	-0	0	1	0.02	0.09	0.09	
1P	0	1098	196	-31	0	-0	-0	1	0.03	0.09	0.09	
2	0	-53	47	34	0	1	0	1	0.01	0.00	0.03	
<hr/>												
1A	2	-1420	-149	46	0	0	-3	1	0.02	0.11	0.18	
1B	2	-1420	209	46	0	0	4	1	0.03	0.11	0.20	
1C	2	-1420	-149	-19	0	1	-3	1	0.02	0.11	0.18	
1D	2	-1420	209	-19	0	1	4	1	0.03	0.11	0.20	
1E	2	1430	-149	46	0	0	-3	1	0.02	0.12	0.18	
1F	2	1430	209	46	0	0	4	1	0.03	0.12	0.20	
1G	2	1430	-149	-19	0	1	-3	1	0.02	0.12	0.18	
1H	2	1430	209	-19	0	1	4	1	0.03	0.12	0.20	
1I	2	-998	-136	58	0	0	-2	1	0.02	0.08	0.14	
1J	2	-998	196	58	0	0	4	1	0.03	0.08	0.16	
1K	2	-998	-136	-31	0	0	-2	1	0.02	0.08	0.14	
1L	2	-998	196	-31	0	0	4	1	0.03	0.08	0.16	
1M	2	1098	-136	58	0	0	-2	1	0.02	0.09	0.14	
1N	2	1098	196	58	0	0	4	1	0.03	0.09	0.16	
1O	2	1098	-136	-31	0	0	-2	1	0.02	0.09	0.14	
1P	2	1098	196	-31	0	0	4	1	0.03	0.09	0.16	
2	2	-53	47	34	0	1	1	1	0.01	0.00	0.03	
<hr/>												
1A	4	-1420	-149	46	0	-1	-5	1	0.02	0.11	0.24	
1B	4	-1420	209	46	0	-1	8	1	0.03	0.11	0.29	
1C	4	-1420	-149	-19	0	1	-5	1	0.02	0.11	0.24	
1D	4	-1420	209	-19	0	1	8	1	0.03	0.11	0.29	
1E	4	1430	-149	46	0	-1	-5	1	0.02	0.12	0.24	
1F	4	1430	209	46	0	-1	8	1	0.03	0.12	0.29	
1G	4	1430	-149	-19	0	1	-5	1	0.02	0.12	0.24	
1H	4	1430	209	-19	0	1	8	1	0.03	0.12	0.29	
1I	4	-998	-136	58	0	-1	-5	1	0.02	0.08	0.20	
1J	4	-998	196	58	0	-1	7	1	0.03	0.08	0.25	
1K	4	-998	-136	-31	0	1	-5	1	0.02	0.08	0.20	
1L	4	-998	196	-31	0	1	7	1	0.03	0.08	0.25	
1M	4	1098	-136	58	0	-1	-5	1	0.02	0.09	0.20	
1N	4	1098	196	58	0	-1	7	1	0.03	0.09	0.25	
1O	4	1098	-136	-31	0	1	-5	1	0.02	0.09	0.20	
1P	4	1098	196	-31	0	1	7	1	0.03	0.09	0.25	
2	4	-53	47	34	0	-0	2	1	0.01	0.00	0.04	



### 5.2.5.6 VERIFICA delle FONDAZIONI a VASCA ACCOPPIATA

Il prefabbricato BDM2\_70p -R1- mod.750, rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, è previsto dotato di una tipologia di vasca di fondazione costituita da elementi "guscio-piastra" come illustrato di seguito (escludendo, in questo caso, gli elementi sovrastanti comunque presenti).

La vasca è prevista completamente interrata e posta sopra strato di cls magrone con spessore  $s=10-15$  cm.

Lo scavo di fondazione dovrà essere ben compattato rullato prima del getto del cls magrone. Anche il rinfianco perimetrale della vasca sarà ottenuto con accurata compattazione del terreno.

In base al punto 7.2.5 delle NTC2018, l'azione in fondazione, trasmessa dagli elementi sovrastanti, è quella derivante dall'analisi strutturale eseguita avendo ipotizzato un comportamento strutturale non dissipativo.



**modello strutturale VASCA di FONDAZIONE (373+373) x 242 (box BDM2\_70p mod.750)**

1/7	145/7	136/7	131/7	125/7	118/7	111/7	104/7	97/7	90/7	84/7	77/7	70/7	63/7	56/7	50/7	43/7	36/7	2/7	9/7	16/7	23/7
150/7	144/7	137/7	130/7	124/7	117/7	110/7	103/7	96/7	90/7	83/7	76/7	69/7	62/7	55/7	48/7	41/7	35/7	3/7	10/7	17/7	24/7
159/7	143/7	136/7	129/7	123/7	116/7	109/7	101/7	95/7	88/7	82/7	75/7	68/7	61/7	54/7	48/7	41/7	34/7	4/7	11/7	18/7	25/7
149/7	142/7	135/7	128/7	122/7	115/7	108/7	101/7	94/7	87/7	81/7	74/7	67/7	60/7	53/7	47/7	40/7	33/7	5/7	12/7	19/7	26/7
148/7	141/7	134/7	127/7	121/7	114/7	107/7	100/7	93/7	86/7	80/7	73/7	66/7	59/7	52/7	46/7	39/7	32/7	6/7	13/7	20/7	27/7
147/7	140/7	133/7	126/7	120/7	113/7	106/7	99/7	92/7	85/7	79/7	72/7	65/7	58/7	51/7	45/7	38/7	31/7	7/7	14/7	21/7	28/7
146/7	139/7	132/7	125/7	119/7	112/7	105/7	98/7	91/7	84/7	78/7	71/7	64/7	57/7	51/7	44/7	37/7	30/7	8/7	15/7	22/7	29/7

**numerazione elementi fondo vasca**

2/5	43/5	41/5	39/5	37/5	35/5	33/5	31/5	29/5	27/5	25/5	23/5	21/5	19/5	17/5	15/5	13/5	11/5	9/5	7/5	5/5	3/5
1/5	44/5	42/5	40/5	38/5	36/5	34/5	32/5	30/5	28/5	26/5	24/5	22/5	20/5	18/5	16/5	14/5	12/5	10/5	8/5	6/5	4/5

111/5	109/5	107/5	105/5	103/5	101/5	99/5	97/5	95/5	93/5	91/5	89/5	87/5	85/5	83/5	81/5	79/5	77/5	75/5	73/5	71/5	69/5
112/5	110/5	108/5	106/5	104/5	102/5	100/5	98/5	96/5	94/5	92/5	90/5	88/5	86/5	84/5	82/5	80/5	78/5	76/5	74/5	72/5	70/5

115/5	67/5	65/5	63/5	61/5	59/5	57/5
114/5	68/5	66/5	64/5	62/5	60/5	58/5

46/5	48/5	50/5	52/5	54/5	56/5	116/5
45/5	47/5	49/5	51/5	53/5	55/5	115/5

13/6	11/6	9/6	7/6	5/6	3/6	1/6
14/6	12/6	10/6	8/6	6/6	4/6	2/6

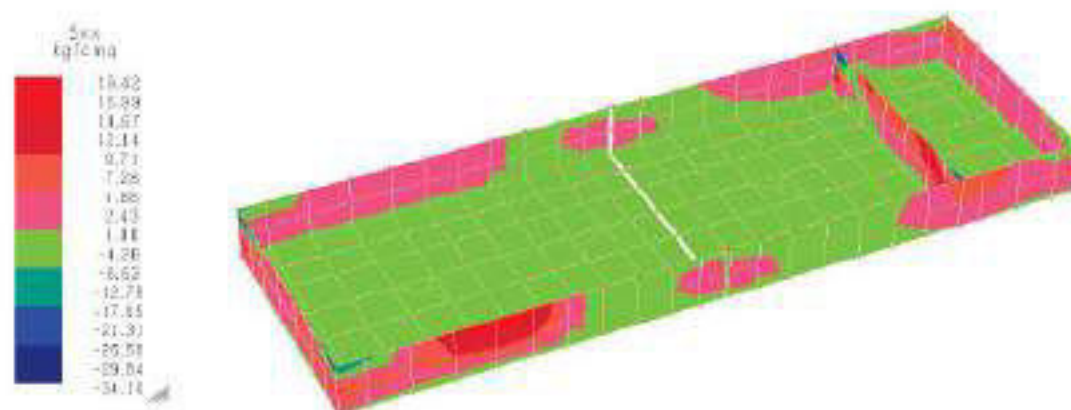
**numerazione elementi rialzo laterale vasca**

Si riportano di seguito le rappresentazioni delle sollecitazioni "momento flettente" e "sforzi normali" mediante rappresentazioni di involucro degli stessi enti sollecitanti.

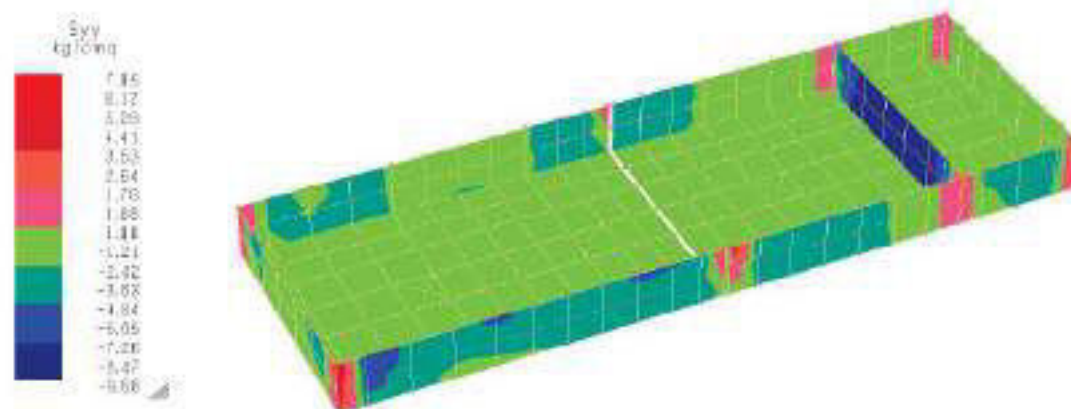
In particolare, si riporta per la verifica SLV+SLU:

- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $S_{yy}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{xx}$
- Involuppo sollecitazioni agenti  $M_{yy}$

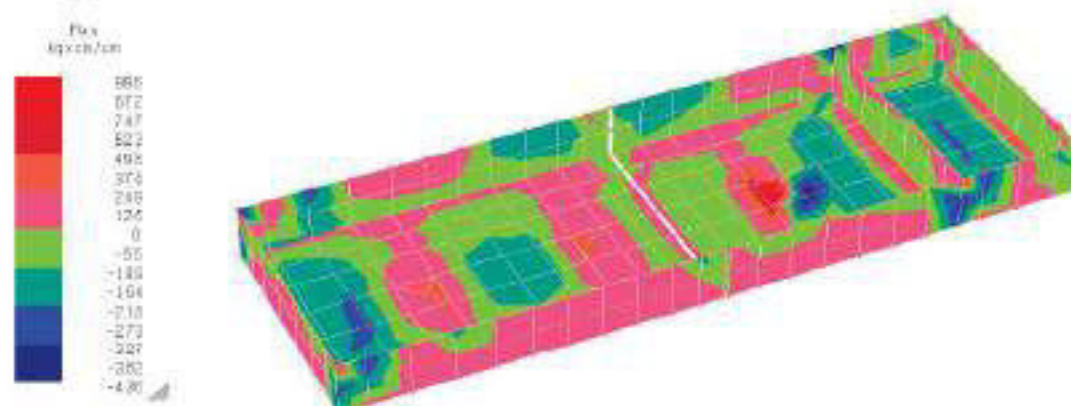
Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{xx}$



Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $S_{yy}$

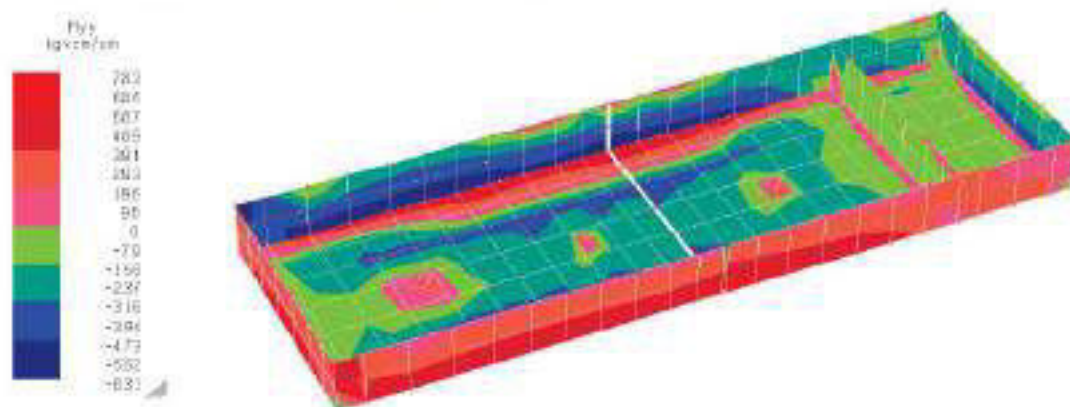


Involuppo ente sollecitante sforzo normale  $M_{xx}$





## Involuppo ente sollecitante sforzo normale M<sub>yy</sub>



## Verifica SLU elemento FONDO VASCA con ente sollecitante M<sub>yy</sub>

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Perla - q=1  
 Elem.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 7 Tabella: Tabella gusci FONDAZIONI  
 Descrizione: vasca fondazione  
 Roki: 480.00 kg/cm<sup>2</sup> fyk: 4580.0 kg/cm<sup>2</sup> Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione M<sub>xy</sub>: 0.50 Coeff. di partecipazione S<sub>xy</sub>: 0.50  
 dx base sup.: 5 mm dx base inf.: 5 mm pax: 20 cm dx agg.: 8 mm pax agg.: 90 cm  
 dy base sup.: 5 mm dy base inf.: 5 mm pyy: 20 cm dy agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm  
 Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi  
 Diametro staffe: 6 mm Numero braccia: 2

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva  
 L'armatura trasversale viene inserita se necessaria (V<sub>z</sub>/V<sub>rd1</sub> > 1); vedere righe riassuntive

El. comb.	N <sub>xx</sub>	M <sub>xx</sub>	M <sub>yy</sub>	M <sub>xy</sub>	V <sub>z</sub> (M <sub>xx</sub> )	V <sub>z</sub> (M <sub>yy</sub> )	A <sub>xx</sub> inf.	A <sub>xx</sub> sup.	A <sub>yy</sub> inf.	A <sub>yy</sub> sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m	cm <sup>2</sup> /20 cm	cm <sup>2</sup> /20 cm		cm <sup>2</sup> /20 cm		N, M	τ <sub>xy</sub>	V <sub>z</sub> /V <sub>rd1</sub>
71 1A	0	-9	0	-10	141	968	0.20	0.20	0.20	0.20	0.26	0.00	0.37
71 1B	0	-9	0	-10	141	968	0.20	0.20	0.20	0.20	0.26	0.00	0.37
71 1C	0	19	0	103	97	1375	0.20	0.20	0.64	0.20	0.98	0.00	0.44
71 1D	0	19	0	103	97	1375	0.20	0.20	0.64	0.20	0.98	0.00	0.44
71 1E	0	-17	0	-33	149	979	0.20	0.20	0.20	0.20	0.85	0.00	0.38
71 1F	0	-17	0	-33	149	979	0.20	0.20	0.20	0.20	0.85	0.00	0.38
71 1G	0	27	0	126	64	1381	0.20	0.20	0.87	0.20	0.93	0.00	0.40
71 1H	0	27	0	126	64	1381	0.20	0.20	0.87	0.20	0.93	0.00	0.40
71 2	0	8	0	77	258	1846	0.20	0.20	0.42	0.20	0.89	0.00	0.68

Spess.= 7.0 cm A<sub>xx</sub>inf= -- A<sub>xx</sub>sup= -- A<sub>yy</sub>inf= 6 d 6/90 A<sub>yy</sub>sup= -- (e arm. base nelle due direz.)

## Verifica SLU elemento RIALZATO VASCA con ente sollecitante M<sub>yy</sub>

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Perla - q=1  
 Elem.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 5 Tabella: Tabella gusci FONDAZIONI  
 Descrizione: rialzo vasca  
 Roki: 480.00 kg/cm<sup>2</sup> fyk: 4580.0 kg/cm<sup>2</sup> Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm  
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico o sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)  
 Coeff. di partecipazione M<sub>xy</sub>: 0.50 Coeff. di partecipazione S<sub>xy</sub>: 0.50  
 dx base sup.: 5 mm dx base inf.: 5 mm pax: 20 cm dx agg.: 8 mm pax agg.: 90 cm  
 dy base sup.: 5 mm dy base inf.: 5 mm pyy: 20 cm dy agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm  
 Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi  
 Diametro staffe: 6 mm Numero braccia: 2

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva  
 L'armatura trasversale viene inserita se necessaria (V<sub>z</sub>/V<sub>rd1</sub> > 1); vedere righe riassuntive

El. comb.	N <sub>xx</sub>	M <sub>xx</sub>	M <sub>yy</sub>	M <sub>xy</sub>	V <sub>z</sub> (M <sub>xx</sub> )	V <sub>z</sub> (M <sub>yy</sub> )	A <sub>xx</sub> inf.	A <sub>xx</sub> sup.	A <sub>yy</sub> inf.	A <sub>yy</sub> sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/m	cm <sup>2</sup> /20 cm	cm <sup>2</sup> /20 cm		cm <sup>2</sup> /20 cm		N, M	τ <sub>xy</sub>	V <sub>z</sub> /V <sub>rd1</sub>
24 1A	775	-2	151	14	16	477	0.20	0.20	0.20	0.20	0.92	0.06	0.07
24 1B	-556	-2	-690	14	16	477	0.20	0.20	0.20	0.20	0.02	0.06	0.06
24 1C	775	22	151	113	31	906	0.20	0.20	0.31	0.20	0.93	0.06	0.13
24 1D	-556	22	-690	113	31	906	0.20	0.20	0.20	0.20	0.72	0.06	0.12
24 1E	1109	-5	469	-11	9	396	0.20	0.20	0.20	0.20	0.78	0.07	0.06
24 1F	-890	-5	-1007	-11	9	396	0.20	0.20	0.20	0.20	0.02	0.07	0.05
24 1G	1109	25	469	137	26	973	0.31	0.20	0.42	0.20	0.85	0.07	0.14
24 1H	-890	25	-1007	137	26	973	0.20	0.20	0.20	0.20	0.77	0.07	0.12
24 2	155	16	-432	164	28	1137	0.20	0.20	0.20	0.20	0.64	0.02	0.15

Spess.= 15.0 cm A<sub>xx</sub>inf= 1 d 8/90 A<sub>xx</sub>sup= -- A<sub>yy</sub>inf= 2 d 8/90 A<sub>yy</sub>sup= -- (e arm. base nelle due direz.)

## Verifica a Fessurazione

Per determinare lo stato limite di apertura delle fessure in funzione di condizioni ambientali di uso del prefabbricato **framar-TMT BDM2\_70p-R1-**, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, pur rimanendo valide le indicazioni prestazionali riportate negli allegati, limitatamente a questa verifica si ipotizza di installare il prefabbricato in condizioni ambientali aggressive ai sensi della Tab. 4.1.III del D.M. 17.1.2018.

Procedendo in favore di sicurezza si valuta l'apertura delle fessure (*nell'ipotesi di acciaio ordinario con armature poco sensibili*) per gli elementi più sollecitati della vasca di fondazione. Tale schema strutturale è soggetto nella verifica a fessurazione massima ai carichi distribuiti e concentrati competenti.

Di seguito, nell'allegato dei calcoli, è riportata la verifica completa a fessurazione delle parti strutturali più sollecitate del fondo e dei rialzi. Si evidenziano di seguito i massimi valori di apertura delle fessure in condizione Rara (3), Frequente (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo riportato in allegato.

### Fondo vasca

Lavoro: BDM2-70p 750      Intestazione lavoro: BDM2 70P 750 - Perla - q-1  
 Elaz.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 7      Tabella: Tabella guai FONDAMENTI  
 Descrizione: vasca fondazione  
 Rsk: 400.00 kg/cmq      f<sub>yk</sub>: 4500.0 kg/cmq      Condizioni ambientali: Aggressiva  
 Copriferro sup.: 2.5 cm      Copriferro inf.: 2.5 cm  
 Coeff. di partecipazione Max: 0.50      Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50  
 d<sub>ax</sub> base sup.: 5 mm      d<sub>ax</sub> base inf.: 5 mm      p<sub>xx</sub>: 20 cm      d<sub>ax</sub> agg.: 5 mm      p<sub>xx</sub> agg.: 90 cm  
 d<sub>yy</sub> base sup.: 5 mm      d<sub>yy</sub> base inf.: 5 mm      p<sub>yy</sub>: 20 cm      d<sub>yy</sub> agg.: 5 mm      p<sub>yy</sub> agg.: 90 cm  
 Orientamento armature: rif. globale      Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc, Sf, w)

El. comb.	Max	Max	Wyy	Wyy	d <sub>ax</sub> inf.	d <sub>ax</sub> sup.	d <sub>yy</sub> inf.	d <sub>yy</sub> sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg*in/20 cm	kg/20 cm	kg*in/20 cm	cmq / 20 cm		cmq / 20 cm		kg/cmq		mm	
78 3	0	6	0	57	0.20	0.20	0.44	0.20	-87.67	2145.3	--	rara
85 3	0	9	0	52	0.20	0.20	0.53	0.20	-85.54	2316.9	--	rara
78 4	0	3	0	47	0.20	0.20	0.44	0.20	--	--	0.23	freq.
78 5	0	5	0	45	0.20	0.20	0.75	0.20	-45.47	--	0.15	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per i rialzi della vasca nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per condizioni ambientali aggressive risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure w pari a:

$$CC_4(\text{frequente}) \max = W \cdot 0.23 \text{ mm} < W_2 = 0.30 \text{ mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

$$CC_5(\text{quasi permanente}) \max = W \cdot 0.15 \text{ mm} < W_1 = 0.20 \text{ mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la "fessurazione".



## Rialzi della vasca

Lavoro: **BDM2-70p 750** Intestazione lavoro: **BDM2 70p 750 - Faria - q-1**  
 Elem.: **08SCIO (piastra)** Gruppo: **5** Tabella: **Tabella gusci FONDAZIONI**  
 Descrizione: **rialzo vasca**  
 Rck: **400.00 kg/cmq** fvk: **4500.0 kg/cmq** Condizioni ambientali: **Aggressiva**  
 Copriferro sup.: **2.5 cm** Copriferro inf.: **2.5 cm**  
 Coeff. di partecipazione  $\alpha_{xy}$ : **0.50** Coeff. di partecipazione  $\beta_{xy}$ : **0.50**  
 dax base sup.: **5 mm** dax base inf.: **5 mm** pax: **20 cm** dax agg.: **8 mm** pax agg.: **96 cm**  
 dyy base sup.: **5 mm** dyy base inf.: **5 mm** pyy: **20 cm** dyy agg.: **8 mm** pyy agg.: **96 cm**  
 Orientamento armature: **rif. globale** Angolo di posa delle armature: **0.00 gradi**

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc, Sf, w)

El.	comb.	$\bar{M}_{xx}$	$\bar{M}_{yy}$	$\bar{N}_{xx}$	$\bar{N}_{yy}$	$\bar{A}_{xx}$ inf.	$\bar{A}_{xx}$ sup.	$\bar{A}_{yy}$ inf.	$\bar{A}_{yy}$ sup.	$\bar{S}_o$	$\bar{S}_f$	$\bar{w}$	Note
		kg/20 cm	kg*cm/20 cm	kg/20 cm	kg*cm/20 cm	cmq / 20 cm	cmq / 20 cm	cmq / 20 cm	cmq / 20 cm	kg/cmq	mm	mm	
100	3	-14	-25	-428	-84	0.20	0.20	0.20	0.31	-31.48	1583.6	--	rara
100	5	-45	-19	-339	-67	0.20	0.20	0.20	0.31	-24.90	--	0.00	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per i rialzi della vasca nelle condizioni di carico n°4 (frequente) e n°5 (quasi permanente) per condizioni ambientali aggressive risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure  $w$  pari a:

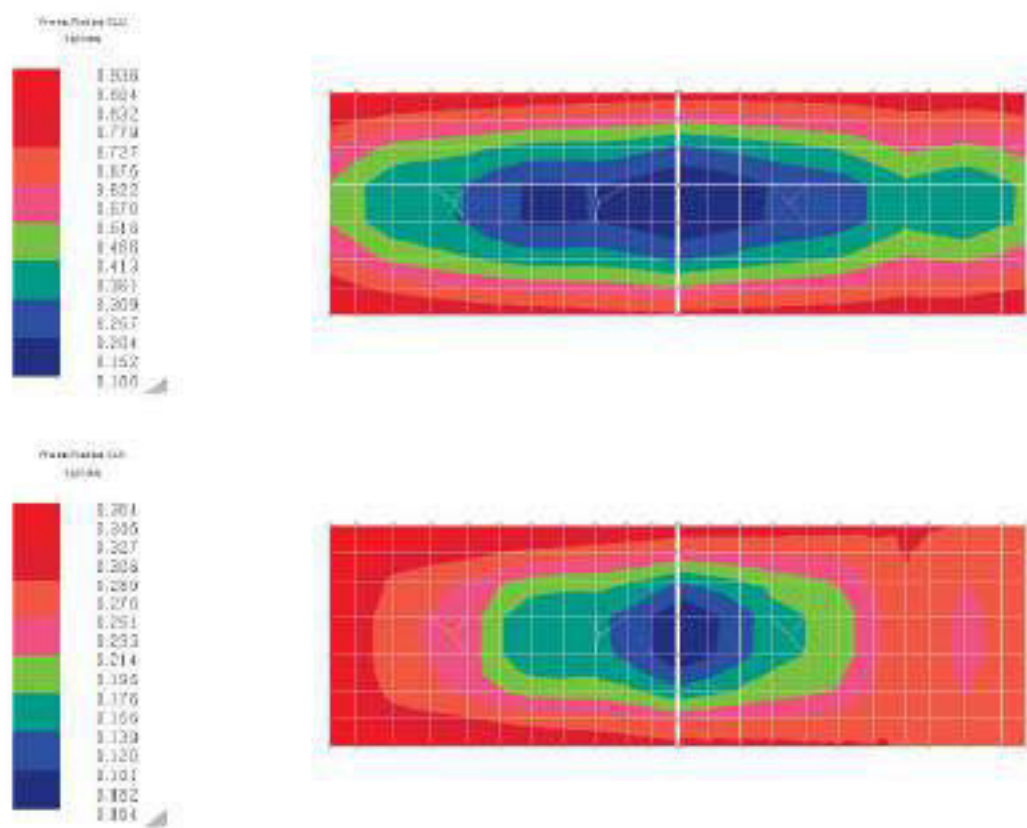
$CC_4$  (frequente) max =  $w \leq 0.00333 \text{ mm} < w_2 = 0.30 \text{ mm}$  (punto 4.1.2.2.4 comma c)

$CC_5$  (quasi permanente) max =  $w \leq 0.00333 \text{ mm} < w_1 = 0.20 \text{ mm}$  (punto 4.1.2.2.4 comma c)

Tale valore di apertura delle fessure si considera pertanto verificata la "fessurazione".

## Pressioni della “platea-vasca” sul terreno fondale

Si riporta di seguito la pressione esercitata sul suolo della vasca prefabbricata considerando le azioni indotte dal prefabbricato di elevazione in esercizio e comprese le azioni esterne sopra valutate.



Si rileva dai diagrammi una pressione massima della platea sul terreno in SLV pari a:

$$0.936 \text{ kg/cm}^2$$

che risulta inferiore ai carichi limite riscontrabili per la generalità dei terreni rilevati nella zona di installazione.

Sarà comunque opportuno verificare le ipotesi considerate secondo la relazione geologica e geotecnica a scavo aperto per adottare eventualmente le modifiche che si dovessero rendere necessarie in corso d'opera ed operare in tempi brevi per evitare l'esposizione dei terreni di posa agli agenti atmosferici.

### 5.3 AZIONI ECCEZIONALI (*incendio esplosioni urti Cap. 3.6 NTC*)

In accordo con la committenza ENEL non sono considerate tali azioni di cui al cap. 3.6 delle NTC vista la destinazione d'uso del prefabbricato di Cabina Elettrica MT/BT.

Il prefabbricato framar-TMT BDM2\_70p non contiene di solito materiale esplosivo e viene utilizzato distante dagli edifici, viene recintato e soprattutto non permane alcuna persona al suo interno.

La presenza degli operatori all'interno del fabbricato è di circa 1 - 2 volte all'anno e per un periodo massimo di permanenza di 2 ore.

Vista la bassa probabilità che avvenga un evento accidentale quando sia presente il personale ENEL all'interno del piccolo fabbricato, anche in accordo con il Committente, appare antieconomico investire delle risorse nei confronti delle azioni eccezionali per preservare la funzionalità di un vano tecnico con queste funzioni.

### 5.4 ALTRE PROPRIETÀ e PRESTAZIONI della COSTRUZIONE

#### ***Resistenza e reazione al fuoco***

In merito alle proprietà e prestazioni richieste alla costruzione per il rischio derivante da incendio, si evidenzia che non è stata valutata la resistenza al fuoco relativa alla capacità portante R, all'integrità E ed all'isolamento I. Si evidenzia anche che all'interno della costruzione di solito e per l'uso prestabilito, non vi è presenza di personale e non sussiste la necessità di garantire evacuazione degli occupanti.

La proprietà committente del prefabbricato nel sito di installazione dovrà opportunamente valutare ed adottare ulteriori sistemi di protezione attiva e passiva nei confronti dell'incendio in funzione dell'effettivo utilizzo del prefabbricato e ciò in modo da garantire i parametri minimi di resistenza al fuoco quando richiesti dall'uso.

#### ***Proprietà Acustiche***

In merito alle prestazioni richieste alla costruzione per le proprietà di isolamento acustico del prefabbricato, per via aerea e per l'isolamento del rumore di calpestio, si evidenzia che non è stato stimato tale isolamento né mediante calcolo né misurato mediante prove ritenendole in genere non pertinenti. La proprietà committente del prefabbricato nel sito di installazione e per l'uso effettivo, ed anche a confronto con costruzioni limitrofe, dovrà opportunamente valutare ed adottare ulteriori sistemi di protezione attiva e passiva nei confronti del rumore in funzione dell'effettivo utilizzo del prefabbricato ed in modo da garantire i parametri minimi eventualmente richiesti dalla Normativa e dall'uso.

#### ***Proprietà Termiche e di Isolamento***

In merito alle prestazioni richieste alla costruzione per le proprietà di isolamento termico del prefabbricato, si evidenzia che non è stato stimato tale isolamento né mediante calcolo né misurato mediante prove ritenendole in genere non pertinenti.

La proprietà committente del prefabbricato nel sito di installazione, in conseguenza all'uso effettivo, dovrà opportunamente valutare ed adottare ulteriori sistemi di isolamento termico aggiuntivo in funzione dell'effettivo utilizzo del prefabbricato e ciò in modo da garantire i parametri minimi eventualmente richiesti da tale uso.



## 5.5 AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

ai sensi del cap. 10 del D.M. 17.1.2018

È stata preliminarmente esaminata la documentazione a corredo del software utilizzato.

software: MASTERSAP TOP 2021

produttore: AMV srl via San Lorenzo 106 34077 Ronchi dei Legionari (Go).

Si riportano di seguito una esauriente descrizione delle basi teoriche generali e degli algoritmi impiegati.

AMV S.r.l.  
Via San Lorenzo, 106  
34077 Ronchi dei Legionari  
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.  
Fax +39 0481.777.125  
E-mail: info@amv.it  
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 L.v.  
P.Iva: IT00382470318  
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



### Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV in base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018 e successivi aggiornamenti).

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV S.r.l. espone la seguente relazione riguardante il software numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del software sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LIFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il software lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizzi la sparsità del fattore. Il software modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come Thick Restarted Lanczos ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos offre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico software modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidità elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidità geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un software incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del software. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

È importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di auto-diagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il software. I dati trasferiti al software sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano fasi della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplati dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. È possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc.) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidità del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere le risultanti delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV S.r.l.  
Amministratore Unico  
Ing. Luciano Migonini



## 5.6 PIANO di MANUTENZIONE dell'OPERA IN C.A.

ai sensi del cap. 10.1 del D.M. 17.1.2018

Opera Prefabbricata  Parte strutturale dell'opera	Modalità di Manutenzione	Periodicità
SCATOLARE PREFABBRICATO in c.a.	<p>Ispezionare il manufatto prefabbricato BDM2_70p -R1- e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eventuali fenomeni di deterioramento e di degrado dei materiali con particolare attenzione alle solette di copertura ed alle pareti strutturali in c.a.</li> <li>▪ eventuali fenomeni di dissesto delle strutture (lesioni, fessure, distacchi, cedimenti differenziali ecc.)</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei copriferrì di parete e di soletta e, se si presentano affioramenti delle armature, provvedere al ricoprimento con rasatura a regola d'arte di betoncini specifici e ripitturazioni protettive.</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disagreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali;</li> <li>▪ lo stato dei vincoli e delle unioni tra la soletta di copertura ed il fusto come descritto nella Tav. n°4.</li> </ul>	Cadenza annuale
ANCORE di sollevamento	<p>Ispezionare accuratamente le ANCORE di sollevamento e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eventuali fenomeni di eccessiva ossidazione delle boccole di acciaio;</li> <li>▪ lo stato e lo spessore filmogeno e lubrificante dei grassi protettivi dell'ancora e, se necessario, integrare il film protettivo a protezione nel tempo e per un minimo di protezione corrispondente alla periodicità;</li> <li>▪ lo stato di conservazione delle parti in c.a. che perimetrano la zona del prefabbricato che circonda l'ancora e, se si presentano lesioni o microlesioni, provvedere a rasature protettive dall'area interessata con betoncini, o a segnalare il problema qualora si rendesse necessario la ristrutturazione vera e propria dell'ancoraggio (ancore+cls).</li> <li>▪ a conclusione di ogni ispezione il Tecnico incaricato dovrà, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio ordinario e straordinario ed esprimere un giudizio riassuntivo dello stato delle ancore per garantire i futuri sollevamenti del prefabbricato che comunque dovranno avvenire solo ed esclusivamente escludendo preventivamente tutte le apparecchiature pesanti dall'interno del prefabbricato e verificando i limiti di carico descritti nella Tav. n°1.</li> </ul>	Cadenza annuale
GUAINE di copertura	<p>Ispezionare le Guaine Elastomeriche di copertura e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eventuali accumuli di detriti e polveri di deposito che non permettono il corretto deflusso dell'acqua piovana sulla copertura verso il perimetro esterno;</li> <li>▪ lo stato di degrado delle guaine di copertura con verifica delle azioni negative atmosferiche sulle stesse;</li> <li>▪ l'assenza di crepe che potrebbero permettere infiltrazioni nelle strutture in c.a. ed effettuare eventuali ripristini delle guaine elastomeriche.</li> </ul>	Cadenza annuale
FONDAZIONE	Ispezionare accuratamente la FONDAZIONE e controllare:	Cadenza triennale

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lo stato della vasca di fondazione al perimetro esterno e rilevare eventuali presenze di fessure o crepe nel cls;</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei copriferri della vasca e se si presentano affioramenti delle armature provvedere al ricoprimento con rasatura di betoncini specifici con azione protettiva ed impermeabilizzante;</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disagreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali;</li> <li>▪ lo stato del terreno all'intorno della fondazione accertando l'assenza di percolazioni d'acqua dall'esterno che, per la loro azione erosiva, nel tempo abbiano abbassato le caratteristiche portanti del terreno o creato vuoti. Se del caso, dovrebbero essere colmati e ben costipati i vuoti e gli avvallamenti verificando inoltre che le acque esterne tendano con certezza allontanarsi dal manufatto.</li> <li>▪ dovrà inoltre essere accertato lo stato di conservazione delle ancore di sollevamento di questo prefabbricato come indicato al punto precedente.</li> <li>▪ sotto soletta di calpestio, controllare accuratamente l'efficacia e la messa in forza dei pilastri di appoggio visionando gli stessi dalle consuete forometrie o cunicoli presenti nella soletta di calpestio.</li> </ul>	
--	--	--

# FRAMAR-TMT S.r.l.

50060 SAN GODENZO (Firenze)

## FONDAZIONE a vasca (P)

per Cabina Box BDM2-R1-70p

(D.M. 17/01/2018)

(modello vasca prefabbricata assemblata in cantiere con dimensioni massime 375+375x242cm)

IL COMMITTENTE

IL COSTRUTTORE del PREFABBRICATO

IL PROGETTISTA STRUTTURE PREFABBRICATE

: frammar - TMT srl - San Bavello - SAN GODENZO (fi)

: Ing. Gino Venturucci (Pontassieve- fi.)

**PROGETTO e RELAZIONE di CALCOLO**

## **Indice Generale**

- 1. CARATTERISTICHE GENERALI del PREFABBRICATO**
- 2. DIMENSIONI DELLA COSTRUZIONE**
- 3. MODALITA' di TRASPORTO e MONTAGGIO**
- 4. COSTRUZIONE IN OPERA DELLA FONDAZIONE**
- 5. PRINCIPALI NORMATIVE E DISPOSIZIONI CONSIDERATE**
- 6. MATERIALI ADOTTATI**
- 7. LE FASI OPERATIVE DEL PREFABBRICATO: VERIFICHE DELLA STRUTTURA**
  - 7.1 FASE A: VERIFICA delle FASI TRANSITORIE**
    - 7.1.1 SOLLEVAMENTO DEL PREFABBRICATO – DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO**
  - 7.2 FASE B: FASE in OPERA**
    - 7.2.1 AZIONI e e SOLLECITAZIONI AGENTI sulla STRUTTURA FONDALE:** *Generalità*
    - 7.2.2 AZIONI ESTERNE**
    - 7.2.3 AZIONI SISMICHE** *Generalità*
    - 7.2.4 VERIFICHE STRUTTURALI**
    - 7.2.5 VERIFICA a FESSURAZIONE**
    - 7.2.6 VERIFICA PRESSIONI sul TERRENO**
    - 7.2.7 VERIFICA  $\phi 16 \times 80$  MA GIUNZIONE della VASCA DI FONDAZIONE**
  - 7.3 AFFIDABILITA' dei CODICI UTILIZZATI** *(cap.10 D.M. 17/1/18)*
  - 7.4 PIANO DI MANUTENZIONE dell'OPERA in C.A.**



**PROGETTO del PREFABBRICATO**  
**VASCA di FONDAZIONE** *(cls alleggerito)*  
**per CABINE BOX del tipo "BDM2-R1-70P"**

**VERIFICHE STATICHE della STRUTTURA**

**1. CARATTERISTICHE GENERALI del PREFABBRICATO**

Il manufatto prefabbricato *Vasca di Fondazione per Cabine tipo TMT BDM2-R1-70p* è costituito da una piccola costruzione di forma rettangolare a vasca con struttura portante realizzata in conglomerato cementizio armato idonea realizzare le fondazioni superficiali dei prefabbricati scatolari di elevazione BDM2-70p. La generica vasca fondale è formata da una soletta di fondo in c.a.  $S=7$  cm e da un cordolo irrigidito e rialzato sul perimetro **H 50/70** cm. Le due distinte parti di vasca sono previste solidarizzate tra se una volta montate in opera. La singola parte è prevista in un unico e completo getto di cls con armature continue d'angolo formate da reti elettrosaldate  $\phi 5$  maglia 20x20 e da barre di armatura  $\phi 8$  e del  $\phi 10$  opportunamente sagomate. La caratteristica di questo tipo di vasca fondale consiste pertanto di due elementi speculari con giunzioni meccaniche reciproche sia nel fondo che nei cordoli-rialzo come si evidenzia nella Tavola 6-6a.

La struttura finale risulta del tutto monolitica nel suo insieme e questo comportamento è ulteriormente migliorato e confermato all'avvenuto montaggio della struttura scatolare di elevazione della Cabina Vasca di fondazione.

Le dimensioni esterne del prefabbricato *vasca di Fondazione BDM2-R1-70p* sono genericamente individuate in 750 x 242 cm ed idonee ad accogliere, all'estradosso dei cordoli, le dimensioni massime della cabina **framar - TMT srl** modello BDM2-70p (non oggetto di questo documento).

Il progetto del prefabbricato *vasca di Fondazione BDM2-R1-70p* intende pertanto gestire e determinare, in modo esecutivo, la tipologia di costruzione fondale prefabbricata che caratterizza la produzione delle cabine elettriche Vasca di fondazione garantendo una garantita soluzione fondale.

Si evidenzia che il prefabbricato *vasca di Fondazione BDM2-R1-70p* risulta un modello integrato e specifico della produzione **framar - TMT srl** e ne ricalca, in gran parte, la tecnologia costruttiva prefabbricata a cella da tempo sviluppata dall'Azienda, tecnologia adottata anche con riguardo alle importanti Fasi di Trasporto, Montaggio e Sollevamento. La struttura portante della costruzione è realizzata completamente con calcestruzzo armato con classe di resistenza C32/40 con inerti costituiti da sabbia e ghiaia di ottima qualità e comunque con caratteristiche meccaniche riportate di seguito nella RELAZIONE SUI MATERIALI a pag.5.

Ai sensi delle NORME TECNICHE sulle COSTRUZIONI il prefabbricato *vasca di Fondazione BDM2-R1-70p* in esame è da intendersi come **MANUFATTO PRODOTTO in SERIE**.

Per il prefabbricato è previsto lo spostamento ed il trasporto solo ed esclusivamente seguendo le prescrizioni indicate dalla **framar - TMT srl**, dalla Direzione dei Lavori nel cantiere di costruzione e soprattutto secondo le indicazioni del Coordinatore della Sicurezza del singolo cantiere di installazione del prefabbricato.

Le verifiche progettuali di seguito riportate nella RELAZIONE di CALCOLO e nel FASCICOLO dei CALCOLI, della Vasca sono state suddivise in due parti principali conseguenti alle FASI in cui si suppone che il manufatto prefabbricato ed i singoli componenti si trovi a partire dalla costruzione :

- **FASE A:** Fase transitoria di sollevamento, trasporto e montaggio (vedi Cap. 7.1);
- **FASE B:** Fase di esercizio della costruzione (vedi cap. 7.2).

## 2. DIMENSIONI DELLA COSTRUZIONE

Le dimensioni esterne della vasca prefabbricata per Cabine **BDM2-R1-70P** risultano:

<b>L<sub>e</sub></b>	<b>B<sub>i</sub></b>	<b>Spess. Soletta Fondo</b>
[cm.]	[cm.]	[cm.]
<b>375+375</b>	<b>242</b>	<b>7</b>
<b>350+350</b>	<b>242</b>	<b>7</b>
<b>350+300</b>	<b>242</b>	<b>7</b>
<b>335+335</b>	<b>242</b>	<b>7</b>

## 3. MODALITA' di TRASPORTO e MONTAGGIO

Ai sensi del c. 8 Art.9 L.n°1086/71 – uso e manutenzione ai sensi del punto 6 del D.M. M.LL.PP. 3/12/87

- Prima di provvedere al trasporto di ogni singolo manufatto che compone il prefabbricato **vasca di Fondazione** provvedere al corretto posizionamento ed ancoraggio dei singoli componenti sul mezzo di trasporto onde evitare effetti dinamici.
- Prima di provvedere al sollevamento della **Vasca di Fondazione** è OBBLIGATORIO ACCERTARE L'OTTIMO STATO DEGLI ANCORAGGI e delle ANCORE il loro stato di ossidazione e l'eventuale diminuzione di efficacia degli stessi.
- Prima di provvedere al sollevamento assicurarsi che il carico sia equilibrato ed uguale su tutti i bracci del tirante.
- EVITARE qualsiasi tipo di oscillazione o l'instaurarsi di fenomeni dinamici quando i manufatti prefabbricati sono sollevati da terra.
- Proibire tassativamente la presenza di operatori nell'intorno del prefabbricato al momento del sollevamento.
- Provvedere ad azioni di sollevamento particolarmente cautelative nei casi di presa con inversione di tiro.
- E' tassativamente obbligatorio l'uso di opportuno **ANELLO di INVERSIONE** (tipo Art.346 CECCANTINI e C. srl – vedi [www.ceccantini.it](http://www.ceccantini.it)) per il sollevamento del prefabbricato con presa dalle ancore laterali poste sul fondo vasca.
- In ambiente aggressivo o salmastro sarà cura della Direzione dei Lavori a provvedere ad un idoneo trattamento protettivo o pitturazione esterna ed interna del prefabbricato.

## 4. COSTRUZIONI IN OPERA DELLA FONDAZIONE

La fondazione, fatto salvo situazioni del tutto particolari da valutarsi per ciascun sito di installazione, prevede la realizzazione di un sottofondo di base in materiale arido e drenante, ben rullato e costipato.

In alternativa è prevista la realizzazione di cls magrone C12/15 per spessore minimo di 10 cm e/o con spessore opportunamente determinato dalla Direzione dei Lavori.

## 5. PRINCIPALI NORMATIVE E DISPOSIZIONI CONSIDERATE

Nella determinazione dei carichi di progetto e nelle verifiche statiche effettuate si sono considerate le seguenti leggi o Disposizioni indicate dall'Ente utilizzatore:

- Legge 5/11/1971 n°1086;
- Legge 2 Febbraio 1974 n°64;
- Decreto 17 Gennaio 2018 (nuove NTC 2018);
- Circolare 02 Febbraio 2009 n°617 (dove applicabile)
- DG ENEL 2061 (come eventuale riferimento per le esigenze di utilizzo)
- EN 1992-1-1:2004
- EN 13369-08



## 6. MATERIALI ADOTTATI

### Relazione Tecnica sulle caratteristiche qualità e dosatura dei materiali

#### • ACCIAIO

Acciaio in barre per cemento armato **B450C** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 6 a 40 mm).

$$f_{yk} \geq f_{nom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ib})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{sd} = 1.96 \text{ ‰}$$

$$E_{ed} = 67.5 \text{ ‰}$$

Rete di acciaio elettrosaldato costituiti da barre **B450A** con i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli c.a. (acciaio per barre da 5 a 10 mm).

$$f_{yk} \geq f_{nom} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{tk} \geq f_{tnom} > 540 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018 tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ic})$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{sd} = 1.96 \text{ ‰}$$

$$E_{ed} = 67.5 \text{ ‰}$$

Acciaio tondo per c.a. idoneo a realizzare eventuali ganci ad occhiello per il sollevamento con resilienza KV (0°C.  $\geq 3.5 \text{ Kg/cm}^2$  o ancore dotate di boccole solidali con barre ad aderenza migliorata della portata al sollevamento richiesta.

$$S \geq 235 \text{ N/mm}^2$$

Saldatura degli acciai con processo codificato dalla norma UNI EN ISO 4063:2011 ed ai sensi del punto 11.3.4.5 del D.M. 17/1/2018

Bulloni normali conformi alle classi di alta resistenza di cui alla Tabella 11.3.XIII.a e 11.3.XIII.b del D.M.17/1/2018 con viti cl 8.8 e dadi cl 8  $f_{yk} = 649 \text{ N/mm}^2$   $f_{tk} = 800 \text{ N/mm}^2$

#### • CALCESTRUZZO

Conglomerato cementizio con ghiaia di varia pezzatura e sabbia accuratamente lavata e con la seguente composizione:

##### VASCHE di FONDAZIONE con CLS - (scatolare BDM2-70p -R1-)

1. Cemento sfuso CEM II/A-LL 42.5 R (UNI EN 197-1:2007) dosato a  $450 \text{ kg/m}^3$
2. Aggregato misto sabbia + ghiaia 0/12mm. GA 90 UNI EN 12620 dosata a  $1750 \text{ kg/m}^3$
3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003  $200 \text{ lt/m}^3$

Per un totale peso volumetrico cls armato pari  $2400 \text{ kg/m}^3$  ed un **Rck =  $40 \text{ N/mm}^2$  ( $408 \text{ kg/cm}^2$ ) - C32/40**

Ai sensi del punto 4.1.12.1 del D.M. 17.1.2018 si prescinde dalla resistenza a trazione del calcestruzzo con aggregato alleggerito.

$$f_{dk} = 0.83 \times R_{dk} 40 \text{ N/mm}^2 = 33.20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ed} = \alpha_{sc} f_{dk} / \gamma_c = (0.85 \times 33.20) / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2 (= 0.47 \text{ Rck})$$

Con riferimento alla Norma **EN 13369:2008** facendo riferimento alla DURABILITÀ del prodotto prefabbricato in termini di protezione della corrosione dell'acciaio le CONDIZIONI AMBIENTALI e le CLASSI DI ESPOSIZIONE previste sono:

Condizione Ambientale: Tab A.1 EN13369-08:

Aggressività:

Classe di esposizione EN 206-1:2006

C.min Tab. C4.LV DM 17/1/2018

Ricoprimento minimo solette Tab A.2 EN13369-08

C

Aggressive

XC4

C32/40

25 mm. (con tolleranze di montaggio)

## **7. LE FASI OPERATIVE del PREFABBRICATO: VERIFICHE della STRUTTURA**

Si individuano due principali fasi operative per il manufatto vasca di Fondazione prefabbricata (modulare):

- **FASE A:** verifiche delle fasi transitorie - sollevamento e trasporto.
- **FASE B:** fase in opera - fase di esercizio nel sito di installazione del prefabbricato.



## 7.1 FASE A: VERIFICA delle FASI TRANSITORIE

Nelle fasi transitorie di sollevamento e trasporto si tengono in conto gli effetti dinamici come prescritto nel D.M. LL.PP. 3/12/1987.

### 7.1.1 SOLLEVAMENTO del PREFABBRICATO – DISPOSITIVI di ANCORAGGIO

#### PROGETTO ZANCHE e GANCI di SOLLEVAMENTO

- **VASCA di FONDAZIONE** 750 x 242 cm divisa in due parti (vedi tabella Tav. 8<sub>2</sub>)

Calcolo dello sforzo sollecitante S nell'ancoraggio:

Peso max. metà della vasca di Fondazione  $750/2 \times 242$  P = **3573** Kg

- fattore per gli angoli di trazione inclinata :  $b = 0.9$
- fattore di distribuzione asimmetrica :  $e = 0.9$
- fattore d'urto o di effetto dinamico (1+0.25) :  $\gamma = 1.25$   
ai sensi del punto 2.2.1
- quantità degli ancoraggi efficienti :  $c = 4$

Lo sforzo S sollecitante l'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

$$S = (P \cdot \gamma) / (b \cdot e \cdot c)$$

per cui :

$$S(4) = \mathbf{20672} \text{ Kg / ancoraggio}$$

---

**N°4 ancoraggi** – zanca per sollevamento tipo Art. **05.514.244** Ceccantini e C. srl con portata utile **2500** Kg/ancora con lunghezza **h=550 mm.** utilizzando idoneo Anello di Inversione del Tiro (o ancoraggio equivalente).

---

## 7.2 FASE B: FASE in OPERA.

### 7.2.1 AZIONI e SOLLECITAZIONI AGENTI SULLA STRUTTURA FONDALE, GENERALITA'.

La verifica strutturale della **vasca di Fondazione BDM2-R1-70p** (375+375 x 242 cm) avviene considerando le azioni massime su di essa agenti, per i carichi permanenti, masse aggiuntive e carichi variabili di un generico prefabbricato in elevazione del tipo Cabina BDM2-R1-70p di massime dimensioni.

Il modello di verifica che riguarda la vasca di fondazione è pertanto di seguito rappresentato adottando elementi guscio-piastra opportunamente configurati su suolo elastico e collegati a elementi verticali, posti sul perimetro, allo scopo di rappresentare al meglio il cordolo di appoggio. L'assemblaggio delle due distinte parti di vasca è previsto anche nella verifica FEM adottando giunzioni meccaniche con caratteristiche rispondenti agli esecutivi progettuali.

Sugli elementi cordolo verticali sono considerati agenti i carichi esterni conseguenti alla modellazione della cabina in elevazione prevista nelle dimensioni massime e vuoto/pieno.

La procedura di calcolo automatico utilizzata per le verifiche è MASTERSAP TOP 2018 dello Studio Software AMV srl 34077 Ronchi dei Legionari (GO).

Di seguito in allegato è riportata la Certificazione della procedura di calcolo utilizzata al Cap. 7.3.

L'analisi sismica e strutturale del prefabbricato nel suo complesso è svolta secondo i carichi DM. 17/01/2018.

Si riporta di seguito alla pag.14 il riepilogo sintetico dei parametri e delle indicazioni utilizzate nelle verifiche di calcolo effettuate elencando, oltre ai parametri generali, anche i parametri dello Stato Limite indagato con analisi dinamica per gli spettri di risposta distinti, presi in considerazione (SLV) per la sola vasca di fondazione.

Negli allegati si riporta comunque solo le verifiche SLV.

### VITA NOMINALE, CLASSI D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO .

La struttura soggetta ad una manutenzione ordinaria è idonea allo scopo cui è preordinata una cabina di trasformazione con VASCA di FONDAZIONE ed ai sensi del punto 2.4.1 del DM 17.1.2018 ed è prevista una Vita Nominale :

$$V_n \geq 50 \text{ anni}$$

In presenza di azioni sismiche la normale classe d'uso del manufatto cabina VASCA DI FONDAZIONE TMT DG2061, prevedendo presenza solo occasionale di persone al suo interno sarebbe classificabile nella Classe I di cui al punto 2.4.2 del DM 14.1.08. Poiché comunque la cabina MT/bt potrebbe essere parte di una rete di alimentazione elettrica per costruzioni anche di Classe superiore, si determina per questo prefabbricato un uso:

$$\text{classe d'uso} = \text{Classe II}$$

Il periodo di riferimento  $V_r$  della costruzione valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso  $C_u=2$  risulta:

$$\text{periodo di riferimento} = V_r = 50 \text{ anni}$$

### 7.2.2 AZIONI ESTERNE: azioni della Neve - azioni permanenti e variabili considerate nelle verifiche.

Come azioni esterne sulla costruzione esaminate nella analisi di cui di seguito (*Analisi Sismica (m SLV)*), si è fatto riferimento anche all'azione Neve riportata al punto 3.4 delle NTC ed alle Normative e prescrizioni aziendali ENEL DG 2061 cap 4.3.

Sulla costruzione si ottengono pertanto i seguenti carichi:

#### CARICHI sulla SOLETTA DI COPERTURA

Peso Proprio Soletta	$0.08 * 1850$	= 148 Kg/m <sup>2</sup>
Peso Proprio sovrastrutture di cop.(guaina):		= 20 Kg/m <sup>2</sup>
Carichi variabili sulla copertura (4.3 DG 2061)		= 489 Kg/m <sup>2</sup>
TOTALE CARICHI VERTICALI		= 657 Kg/m <sup>2</sup>

#### CARICO NEVE

ssi adotta il valore carico neve prescritto da ENEL nel DG 2061 ed. 8 al cap. 4.2. corrispondente a 489 Kg/m<sup>2</sup>.

#### CARICHI sulla PIATTAFORMA DI CALPESTIO

Peso Proprio Soletta in opera su platea : $0.10 * 1850$	= 185 Kg/m <sup>2</sup>	
Carichi Variabili piano di calpestio:	= 612 Kg/m <sup>2</sup>	(=carico Enel DG 2061 ed.8)
TOTALE CARICHI DISTRIBUITI su PIATTAFORMA	= 797 Kg/m <sup>2</sup>	(7.81kN/m <sup>2</sup> )

Carico distribuito sul calpestio secondo specifiche Enel DG 2061 ed. 8 previsti in 612 Kg/m<sup>2</sup> e carico mobile, da poter posizionare ovunque sulla soletta di fondo, di 4500 Kg distribuito su n°4 appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 mt. di lato.



### 7.2.3 AZIONI SISMICHE : Generalità

Nel modello strutturale di verifica sismica di seguito riportato in 7.2.4, per determinare il comportamento bidimensionale a "parete" del generico scatolare di elevazione (*scatolare Cabina MT/bt di dimensioni massime*) si sono considerate nel piano verticale ed orizzontale un numero definito di ELEMENTI GUSCIO-PIASTRA con spessore 7cm (*per il fondo della vasca*) ed  $S=20/11$  cm (*per il bordo verticale su cui si appoggia con vincolo la cabina*).

Gli elementi guscio-piastra e le vincolature apportate al modello rappresentano al meglio il comportamento effettivo delle singole pareti-cordolo e della soletta della vasca di fondazione.

Sempre nel modello strutturale di verifica ogni angolo d'unione tra il rialzo delle pareti ortogonali tra se, sono stati considerati opportuni vincoli di continuità tali da simulare il comportamento scatolare previsto e di fatto realizzato, con la continuità d'angolo, continuità di getto e di armatura. Nella modellazione strutturale si provvede al vincolo a terra della soletta di fondo introducendo dei vincoli alla Winkler (letto di molle su suolo elastico) che considerando che verrà posata su del magrone armato viene preso come costante di sottofondo  $K=4$ .

Le azioni sismiche considerate nelle verifiche viene preliminarmente valutate in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale riferendosi, secondo le NTC, non più ad una zona ma sito per sito e costruzione per costruzione. Non conoscendo a priori l'effettiva ubicazione dove verrà installato il piccolo prefabbricato, le caratteristiche del sito di riferimento per una costruzione come quella in esame, sono di seguito determinate individuando l'accelerazione massima rilevabile sul territorio nazionale "a<sub>g</sub>" desunta direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV e con lo spettro di risposta relativo fornito dalla NTC.

Il sito del territorio nazionale che risulta avere a<sub>g</sub> massimo secondo i valori dell'allegato B delle NTC, desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento attualmente fornita dall'INGV, risulta con le seguenti coordinate: coordinate sito  $a_{g\max} =$  lat: 37.11972° lon: 14.93992°

Il valore  $a_g$ ,  $F_a$  e  $T_a^*$  considerato e tutte le verifiche sismiche di seguito effettuate sono pertanto riferite, convenzionalmente, a questo sito di presunta installazione ritenendo con ciò verificata l'installazione del prefabbricato su tutto il territorio nazionale fatto salvo particolari utilizzi o condizioni topografiche e geologico-geotecniche che prevederanno verifiche specifiche. Di seguito, sia per l'azione vento che per l'azione neve sono poi determinati anche altri limiti d'uso e di installazione.

Si riporta in ALLEGATO dei CALCOLI la verifica strutturale del modello effettuato mediante ANALISI SISMICA con il METODO DINAMICO LINEARE e secondo le verifiche di resistenza c.a. agli SLU delle NTC; ai sensi del punto 2.6.1 per gli stati limite ultimi si valutano solo gli stati limite STR.

L'analisi sismica secondo le NTC è svolta di seguito nell'Allegato dei Calcoli con la Condizione di Carico n°1 (per il la vasca di fondazione).



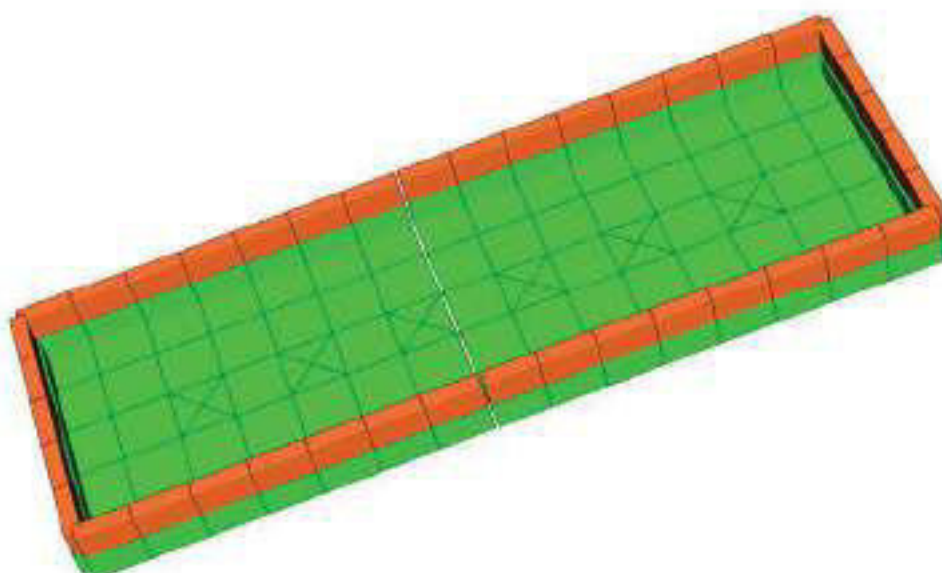


## 7.2.4 VERIFICHE STRUTTURALI

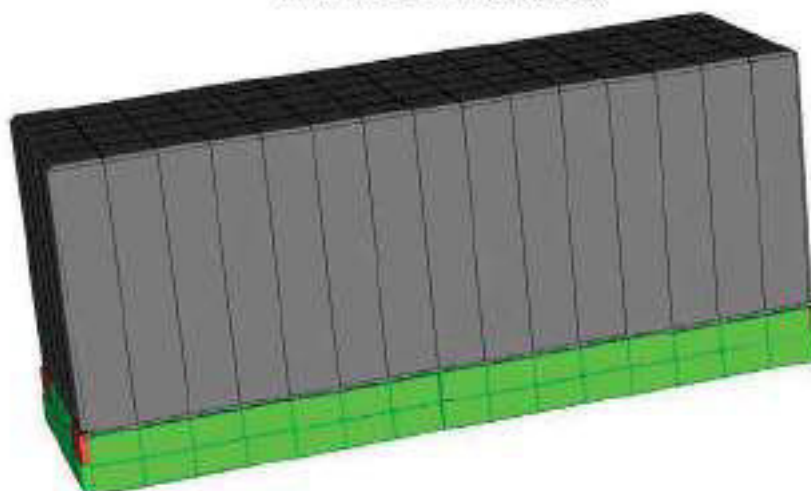
La vasca di fondazione, come rappresentato nella **Tav. n°6-6<sub>2A</sub>** in allegato, è costituita da due elementi distinti collegati tra se e formati essenzialmente da una lastra orizzontale in c.a. prefabbricata opportunamente sagomata e solidarizzata in stabilimento con unico getto di cls al cordolo perimetrale rialzato. Le due parti distinte della fondazione (*che in genere sono prodotte in modo speculari tra se*) vengono giuntate con 4 collegamenti meccanici del tipo  $\phi 16 \times 80$  MA cl.8.8.

La verifica strutturale di resistenza della vasca assemblata di fondazione viene di seguito eseguita estrapolando e riportando i risultati dell'analisi strutturale STR generale ai sensi del punto 2.6.1 del D.M. 2018 e provvedendo alla verifica delle armature e delle varie sezioni con il metodo S.L. Ultimo di resistenza della struttura mediante un confronto tra le sollecitazioni agenti e quelle resistenti (*vedi indice di resistenza*).

Come rilevabile nel tabulato di calcolo (Allegato-1), valutato per gli elementi del modello con gli enti sollecitanti più elevati, si manifestano valori con indici di resistenza  $< 1$  verificando così la struttura (*soletta di fondo, cordoli rialzati, giunzioni in acciaio*) per le armature previste nel progetto ed indicate negli esecutivi progettuali dalla Tav. n.8<sub>2P</sub>.



Modello strutturale della Fondazione a Vasca  
(dimensioni massime 750x242 cm)



Rappresentazione completa FEM della Cabina Vasca di fondazione per individuazione delle azioni agenti sulla vasca di fondazione ( $q_s=1$ )

55/L	56/L	57/L	58/L	59/L	60/L	61/L	62/L	63/L	64/L	65/L	66/L	67/L	68/L	69/L
41/L	41/L	42/L	43/L	44/L	45/L	46/L	47/L	48/L	49/L	50/L	51/L	52/L	53/L	54/L
31/L	32/L	<del>72/L</del> <del>73/L</del>	33/L	<del>74/L</del> <del>75/L</del>	34/L	<del>76/L</del> <del>77/L</del>	35/L	<del>84/L</del> <del>85/L</del>	36/L	<del>86/L</del> <del>87/L</del>	37/L	<del>90/L</del> <del>91/L</del>	38/L	39/L
16/L	17/L	18/L	19/L	20/L	21/L	22/L	23/L	24/L	25/L	26/L	27/L	28/L	29/L	30/L
1/L	2/L	3/L	4/L	5/L	6/L	7/L	8/L	9/L	10/L	11/L	12/L	13/L	14/L	15/L

numerazione elementi Fondo Vasca

1/9	2/9	3/9	4/9	5/9	6/9	7/9	8/9	9/9	10/9	11/9	12/9	13/9	14/9	15/9
1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8	11/8	12/8	13/8	14/8	15/8

35/9	34/9	33/9	32/9	31/9	30/9	29/9	28/9	27/9	26/9	25/9	24/9	23/9	22/9	21/9
35/8	34/8	33/8	32/8	31/8	30/8	29/8	28/8	27/8	26/8	25/8	24/8	23/8	22/8	21/8

numerazione elementi rialzo laterale lato lungo

40/9	39/9	38/9	37/9	36/9
40/8	39/8	38/8	37/8	36/8

16/9	17/9	18/9	19/9	20/9
16/8	17/8	18/8	19/8	20/8

numerazione elementi rialzo laterale lato corto



I parametri di progetto considerati nel calcolo di verifica della vasca di fondazione scatolare (validi ed uguali anche per l'analisi svolta sulla cabina di elevazione per determinare i pesi sismici agenti sulla vasca di fondazione) – sismica al SLV, sono i seguenti:

## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA SLV

Nome dell'archivio di lavoro	Vasca di Fondazione 750 DM2018
Intestazione del lavoro	Vasca di Fondazione 750x242 DM 2018
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unità di misura delle forze	kg
Unità di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC-2018

### NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Luogo	Ferla - (SR)
Categoria del suolo	D
Fattore topografico	1.4

### PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	30	0.049	2.42	0.25	1.80	2.50	0.123
SLD	50	0.067	2.52	0.27	1.80	2.41	0.169
SLV	475	0.277	2.28	0.42	1.45	1.93	0.564
SLC	975	0.400	2.33	0.48	1.00	1.81	0.581

TR utilizzato nel progetto	475 anni
Comportamento strutturale	NON Dissipativo

### STATO LIMITE ULTIMO

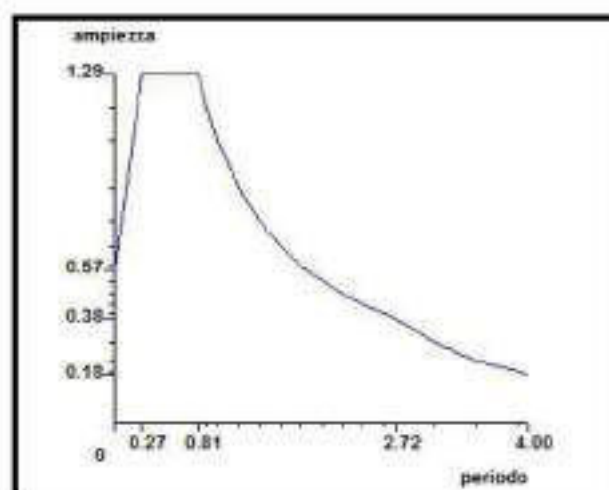
Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricità accidentale	5%
Numero di frequenze	150

Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilità	Bassa Duttilità
Periodo proprio T1 in direzione X	0.000
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.000

### PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	()
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
$\lambda$	0.3
$\mu$	0.3





Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

Spettri orizzontali:

Num.	Periodo	A.slu X
1	0.000	0.5654
2	0.270	1.2892
3	0.810	1.2892
4	0.900	1.1604
5	1.000	1.0443
6	1.200	0.8703
7	1.400	0.7460
8	1.600	0.6527
9	1.800	0.5802
10	2.000	0.5222
11	2.200	0.4747
12	2.400	0.4351
13	2.600	0.4017
14	2.720	0.3839
15	3.100	0.2956
16	3.500	0.2319
17	3.900	0.1868
18	4.000	0.1775

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	0.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
2	Statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.300

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	0.200
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	0.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	0.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000

Il modello di verifica della **Vasca di Fondazione** per le Cabine MT/bt framar - TMT modello BDM2-R1-70p è previsto costituito da elementi bidimensionali sul suolo elastico alla Winkler (*platea*), connessi al bordo con elementi sempre bidimensionali verticali e di parete idonei a ricevere, con opportuno appoggio, il manufatto prefabbricato in elevazione del tipo CABINA MT/bt BDM2-R1-70p (*dimensioni massime di produzione*).

Nel modello strutturale di calcolo, per determinare il comportamento bidimensionale a "*platea*" si sono considerate nel piano orizzontale un numero definito di ELEMENTI GUSCIO-PIASTRA con spessore  $S=7$  cm. che simulano al meglio il comportamento effettivo della platea di appoggio su suolo elastico.

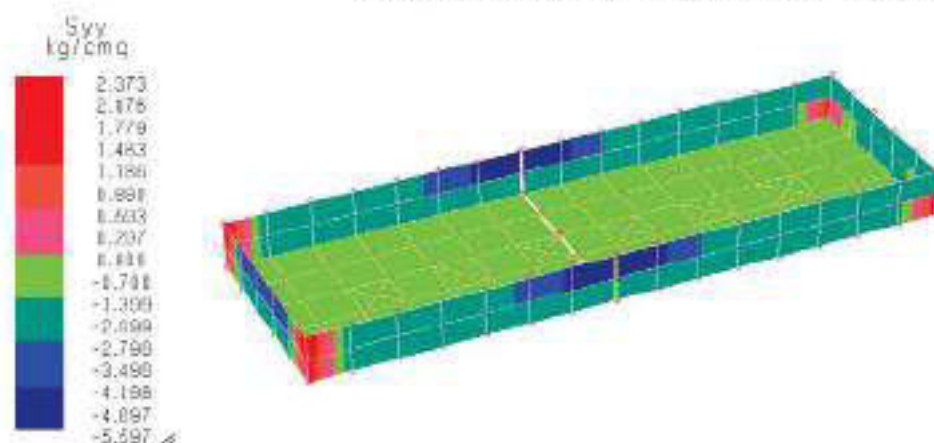
Alla testa del cordolino di parete laterale si sono considerate applicate le azioni esterne trasmesse dalla cabina BDM2-R1-70p precedentemente analizzata con  $q_0=1$ .

Si riporta di seguito il calcolo dinamico effettivo del modello verificato (*carichi verticali trasmessi dalla cabina BDM2-R1-70p + Azione Sismica D.M. 2018*) effettuato mediante analisi con METODO DINAMICO utilizzando i parametri di cui al prospetto riportato sopra a pag. 14.

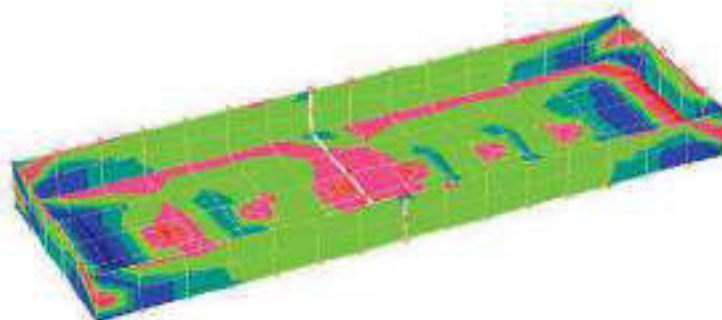
Inviluppo ente sollecitante Sforzo Norm.  $S_{xx}$  (statica) cordolo rialzato



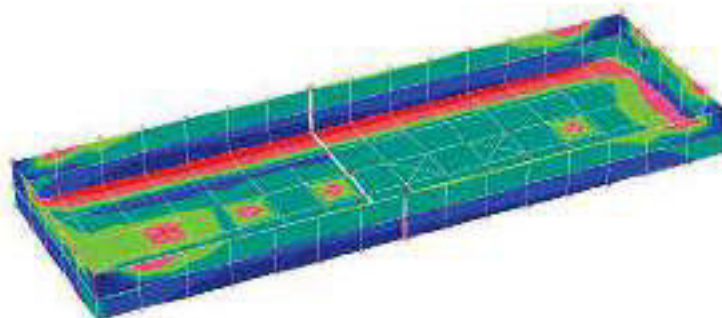
Inviluppo ente sollecitante sforzo norm.  $S_{yy}$  (statica) cordolo rialzato



Inviluppo ente sollecitante Momenti  $M_{xx}$  (statica) vasca completa



Involuppo ente sollecitante Momenti Mxx (statica) vasca completa



### Condizione Car. n. 1 (con AZIONE SISMICA SLV)

verifica SLU elementi soletta di Fondazione Vasca con ente sollecitante Myy (massimo)

lavoro: Vasca di Fondazione 750 DM2018 Intestazione lavoro: Vasca di Fondazione 750x242 DM 2018

Elem.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 1 Tabella: Tabella gusci

Descrizione: fondo vasca

Bck: 440.00 kg/cm<sup>2</sup> fyk: 4580.0 kg/cm<sup>2</sup> Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm

Coeff. di partecipazione Mxx: 0.50 Coeff. di partecipazione Myy: 0.50

dax base sup.: 5 mm dax base inf.: 5 mm pax: 20 cm dax agg.: 8 mm pax agg.: 90 cm

dyy base sup.: 5 mm dyy base inf.: 5 mm ppy: 20 cm dyy agg.: 8 mm ppy agg.: 90 cm

Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi

Diametro staffe: 6 mm Numero breccia: 2

se armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base; vedere righe riassuntive  
L'armatura trasversale viene inserita se necessaria ( $V_x/V_{rd1} > 1$ ); vedere righe riassuntive

El. comb.	Mxx	Mxx	Myy	Myy	Vx(Mxx)	Vx(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*un/20 cm	kg/20 cm	kg*un/20 cm	kg/m	kg/m	cm <sup>2</sup> /20 cm	cm <sup>2</sup> /20 cm	cm <sup>2</sup> /20 cm	cm <sup>2</sup> /20 cm	N <sub>x</sub> K	txy	Vx/Vrd1
2 1A	0	-22	0	-23	239	604	0.20	0.20	0.20	0.20	0.59	0.00	0.30
2 1B	0	-22	0	-23	239	604	0.20	0.20	0.20	0.20	0.59	0.00	0.30
2 1C	0	7	0	49	34	956	0.20	0.20	0.31	0.20	0.86	0.00	0.35
2 1D	0	7	0	49	34	956	0.20	0.20	0.31	0.20	0.86	0.00	0.35
2 1E	0	-24	0	-32	286	829	0.20	0.20	0.20	0.20	0.80	0.00	0.30
2 1F	0	-24	0	-32	286	829	0.20	0.20	0.20	0.20	0.80	0.00	0.30
2 1G	0	9	0	57	7	931	0.20	0.20	0.42	0.20	0.78	0.00	0.33
2 1H	0	9	0	57	7	931	0.20	0.20	0.42	0.20	0.78	0.00	0.33
2 2	0	-11	0	18	189	1285	0.20	0.20	0.20	0.20	0.35	0.00	0.47

Spess.= 7.0 cm Axxinf= — Axxsup= — Ayyinf= 2 d 8/30 Ayyup= — (e arm. base nelle due direz.)



**Condizione Car. n. 1 (con AZIONE SISMICA SLV)**

verifica SLU elementi rialzo di Fondazione a Vasca con ente sollecitante Myy (più significativo)

lavoro: Vasca di Fondazione 750 DM2018 Intestazione lavoro: Vasca di Fondazione 750x242 DM 2018

Elem.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 8 Tabella: Tabella quasi

Descrizione: cordolo vasca 1 fascia

Rak: 440.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm²

Coeff. di partecipazione kxy: 0.50

dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm

dyy base sup.: 5 mm dyy base inf.: 5 mm

Orientamento armature: rif. globale

Diametro staffe: 6 mm Numero braccia: 2

Copriferra sup.: 2.5 cm Copriferra inf.: 2.5 cm

Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50

pxx: 20 cm dxx agg.: 8 mm pxx agg.: 90 cm

pyy: 20 cm dyy agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm

Angolo di poca delle armature: 0.00 gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base; vedere riga riassuntiva  
 L'armatura trasversale viene inserita se necessaria ( $V_x/V_{rd1} > 1$ ); vedere righe riassuntive

El. comb.	Mxx	Mxx	Myy	Myy	Vz (Mxx)	Vz (Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza		
	kg/20 cm	kg*cm/20 cm	kg/20 cm	kg*cm/20 cm	kg/m	kg/m	cm²/20 cm	cm²/20 cm	cm²/20 cm	cm²/20 cm	N, M	txy	Vx/Vrd1
5 1A	460	-11	-66	-80	1	542	0.20	0.20	0.20	0.20	0.64	0.01	0.06
5 1B	-439	-11	-583	-80	1	542	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.01	0.05
5 1C	460	-1	-66	-23	10	542	0.20	0.20	0.20	0.20	0.31	0.01	0.05
5 1D	-439	-1	-583	-23	10	542	0.20	0.20	0.20	0.20	0.02	0.01	0.03
5 1E	377	-14	94	-95	2	529	0.20	0.20	0.20	0.20	0.87	0.01	0.06
5 1F	-355	-14	-743	-95	2	529	0.20	0.20	0.20	0.20	0.32	0.01	0.04
5 1K	377	2	94	-8	7	529	0.20	0.20	0.20	0.20	0.26	0.01	0.06
5 1L	-355	2	-743	-8	7	529	0.20	0.20	0.20	0.20	0.01	0.01	0.03
5 2	-31	-9	-510	-75	7	785	0.20	0.20	0.20	0.20	0.26	0.00	0.07

spess.= 18.0 cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

Per determinare lo stato limite di apertura delle fessure in funzione di condizioni ambientali di uso del **Vasca di Fondazione** per il box prefabbricato FRAMAR-TMT BDM2-R1-70P, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, si ipotizza di installare il prefabbricato in condizioni ambientali AGGRESSIVE ai sensi della Tab. 4.1.III del D.M. 17.1.2018.

Procedendo in favore di sicurezza si valuta l'apertura delle fessure (nell'ipotesi di acciaio ordinario con armature poco sensibili) per uno schema strutturale individuabile nella piccola costruzione di fondazione a vasca.

Di seguito, nell'Allegato dei Calcoli è riportata la verifica completa a fessurazione delle parti strutturali più sollecitate del fondo vasca e rialzi esaminati.

Si evidenziano di seguito i massimi valori di apertura delle fessure verificati nelle **soletta Vasca di Fondazione** in condizione Rara (3), Frequente (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo:

Lavoro: Vasca di Fondazione 750 DM2018 Intestazione lavoro: Vasca di Fondazione 750x242 DM 2018

Elem.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 1 Tabella: Tabella gusci

Descrizione: fondo vasca

Rok: 440.00 kg/cm<sup>2</sup> fyk: 4580.0 kg/cm<sup>2</sup> Condizioni ambientali: Aggressiva

Copri ferro sup.: 2.5 cm Copri ferro inf.: 2.5 cm

Coeff. di partecipazione Mxy: 0.50 Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50

dx base sup.: 5 mm dx base inf.: 5 mm pxx: 20 cm dx agg.: 8 mm pxx agg.: 90 cm

dyy base sup.: 5 mm dyy base inf.: 5 mm pyy: 20 cm dyy agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm

Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	Mxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cm <sup>2</sup> / 20 cm		cm <sup>2</sup> / 20 cm		kg/cm <sup>2</sup>		mm	

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima Sc, Sf, w)

El. comb.	Mxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cm <sup>2</sup> / 20 cm		cm <sup>2</sup> / 20 cm		kg/cm <sup>2</sup>		mm	
70 3	0	33	0	11	0.42	0.20	0.31	0.31	-21.03	33.3	—	rara
70 5	0	27	0	5	0.42	0.20	0.31	0.31	-16.29	—	0.00	quasi perm.

I valori di apertura delle fessure per la soletta di copertura e di fondo nelle condizioni di carico n°4 (frequente) n°5 (quasi permanente) per armatura **aggressiva** risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure **w** pari a:

CC<sub>4</sub>(frequente) max = **w** 0.00mm << **w**<sub>2</sub> = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4.3 comma c) VERIFICATA

CC<sub>5</sub> (quasi permanente) max = **w** 0.00mm << **w**<sub>1</sub> = 0.20 mm (punto 4.1.2.2.4.3 comma c) VERIFICATA

Si evidenziano di seguito i massimi valori di apertura delle fessure verificati nelle **rialzi Vasca di Fondazione** in condizione Rara (3), Frequente (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo:

Lavoro: Vasca di Fondazione 750 DM2018 Intestazione lavoro: Vasca di Fondazione 750x242 DM 2018  
 Elem.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 8 Tabella: Tabella gusci  
 Descrizione: cordolo vasca 1 fascio  
 Rck: 440.00 kg/cm<sup>2</sup> f<sub>yk</sub>: 4580.0 kg/cm<sup>2</sup> Condizioni ambientali: Aggressiva  
 Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm  
 coeff. di partecipazione  $\alpha_{xy}$ : 0.50 coeff. di partecipazione  $\alpha_{yz}$ : 0.50  
 dx base sup.: 5 mm dx base inf.: 5 mm p<sub>ox</sub>: 20 cm dx agg.: 8 mm p<sub>ox</sub> agg.: 90 cm  
 dy base sup.: 5 mm dy base inf.: 5 mm p<sub>oy</sub>: 20 cm dy agg.: 8 mm p<sub>oy</sub> agg.: 90 cm  
 Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi

Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	N <sub>xx</sub>	M <sub>xx</sub>	N <sub>yy</sub>	M <sub>yy</sub>	A <sub>xx</sub> inf.	A <sub>xx</sub> sup.	A <sub>yy</sub> inf.	A <sub>yy</sub> sup.	S <sub>c</sub>	S <sub>f</sub>	w	Nota
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cm <sup>2</sup> / 20 cm		cm <sup>2</sup> / 20 cm		kg/cm <sup>2</sup>		mm	

STAMPA SINTETICA (stampa degli elementi con massima S<sub>c</sub>, S<sub>f</sub>, w)

El. comb.	N <sub>xx</sub>	M <sub>xx</sub>	N <sub>yy</sub>	M <sub>yy</sub>	A <sub>xx</sub> inf.	A <sub>xx</sub> sup.	A <sub>yy</sub> inf.	A <sub>yy</sub> sup.	S <sub>c</sub>	S <sub>f</sub>	w	Nota
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cm <sup>2</sup> / 20 cm		cm <sup>2</sup> / 20 cm		kg/cm <sup>2</sup>		mm	
7 3	21	-8	-406	-60	0.20	0.20	0.20	0.20	-17.97	1003.2	--	rara
8 3	16	-7	-346	-56	0.20	0.20	0.20	0.20	-17.21	1023.8	--	rara
5 5	11	-6	-324	-50	0.20	0.20	0.20	0.20	-15.64	--	0.08	quasi perm.

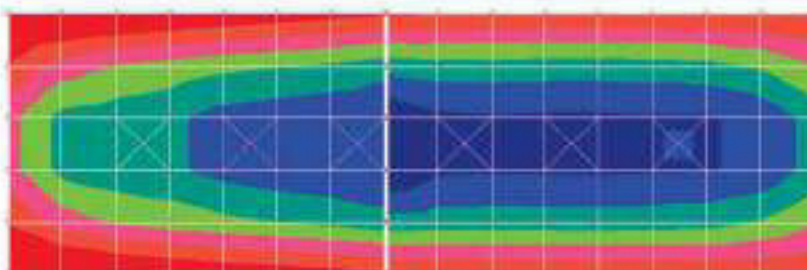
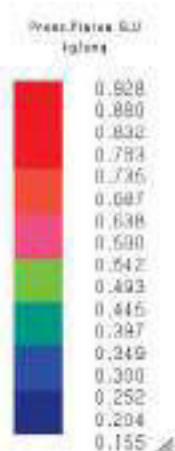
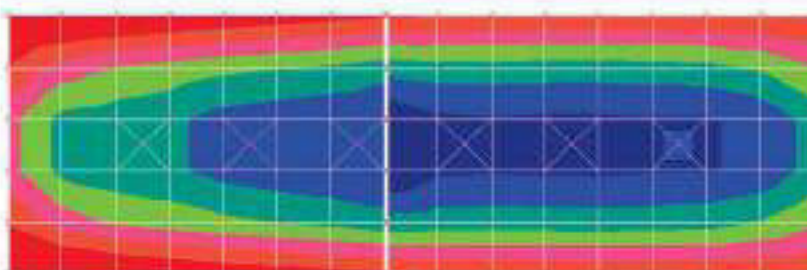
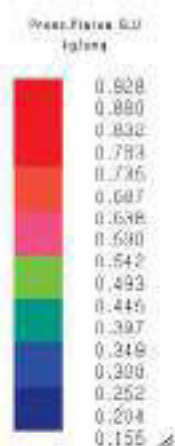
I valori di apertura delle fessure per la soletta di copertura e di fondo nelle condizioni di carico n°4 (frequente) n°5 (quasi permanente) per armatura **aggressiva** risultano verificati secondo quanto riportato nella tabella 4.1.IV dove si riscontra un valore massimo di apertura delle fessure **w** pari a:

CC<sub>4</sub>(frequente) max = **w** 0.00mm << **w<sub>2</sub>** = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4.1 comma c) VERIFICATA  
 CC<sub>5</sub> (quasi permanente) max = **w** 0.00mm << **w<sub>1</sub>** = 0.20 mm (punto 4.1.2.2.4.1 comma c) VERIFICATA



## 7.2.6 VERIFICA PRESSIONI sul TERRENO

Pressioni della vasca di fondazione sul terreno



La Capacità Portante del suolo, allo Stato Limite Ultimo, si ottiene in conformità all'Approccio 2 e cioè utilizzando il coefficiente parziale di sicurezza  $R_3$  della Tab. 6.4.1:

$$R_3=2,3$$

nel caso in esame la fondazione risulta pertanto verificata per la gran parte dei terreni fondali che determinano un

$$q_{ult} \geq 0,928 \cdot 2,3 = 2,13 \text{ Kg/cm}^2$$



## 7.2.7 VERIFICA GIUNZIONI MECCANICHE delle 2 parti di vasca

### Verifica dei collegamenti della vasca di fondazione $\phi 16 \times 80 \text{ MA cl. 8.8}$ .

Il collegamento meccanico strutturale della vasca per realizzare il vincolo meccanico tra le due parti della fondazione, avviene con un idoneo sistema di giunzioni consecutive tra se.

Il collegamento è pertanto previsto e verificato con n°4 viti  $D=16 \times 80 \text{ MA cl. 8.8}$  disposte nella soletta di fondo della vasca e nel cordolo laterale, come rappresentato nei disegni esecutivi (vedi Tav. 6-6aA)

Nel modello strutturale di verifica il sistema dei collegamenti meccanici ( $D=16 \text{ mm cl. 8.8}$ ) tra le due solette di fondazione consecutive tra se è opportunamente considerato utilizzando nel calcolo idonei elementi finiti orizzontali del tipo "trave"  $D=16 \text{ mm}$  e considerando per gli stessi il materiale acciaio ad alta resistenza della Classe 8.8 come previsto nel progetto.

Questi elementi del modello di verifica sono pertanto soggetti ad azioni taglianti, flettenti e di sforzo normale in conseguenza all'analisi sismica globale della struttura fondale e della struttura di elevazione in opera e per il sito di sismicità massima in Italia.

Di seguito si riporta la verifica dei collegamenti meccanici a vite tra le 2 solette orizzontali della vasca di fondazione nella condizione di carico sismica di cui al cap. 7.2.4. Le verifiche di questi elementi di collegamento sono opportunamente svolte con EUROCODICE 3 – NTC 2018 ed utilizzando, solo per la verifica di questi elementi di giunzione, il coefficiente di struttura:

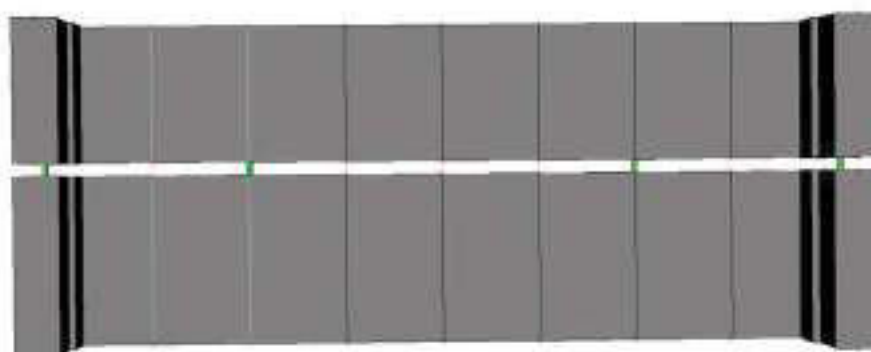
$$q_0 = 1.0$$

In base ai conseguenti enti sollecitanti che sono individuati con una distinta analisi globale adottando appunto questo coefficiente sono svolte le verifiche strutturali degli elementi di collegamento tra le vasche di fondazione.

#### ESTRATTO PLANIMETRICO

dello schema strutturale ELEMENTI di COLLEGAMENTO tra Vasca Dx e Vasca Sx  
(estrapolato dal modello)

(in verde gli elementi  $D=16 \text{ mm cl. 8.8}$ )



numerazione degli elementi di collegamento  $\phi 16 \times 80 \text{ MA}$

243

373

473

173

Elemento: TRAVE Metodo di verifica: Eurocodice 3 - NTC 2018  
 Gruppo: 3 Descrizione: giunzioni vasca di fondazione  
 Tabella: Tabella travi  
 Tipo acciaio: S 460  
 Coeff. riduzione dell'area: 0.000 Tipologia sismica: Senza prescrizioni aggiuntive  
 $\gamma_{M0}$ : 1.050  $\gamma_{M1}$ : 1.050  $\gamma_{M1'}$ : 1.050  $\gamma_{M2}$ : 1.250  $\gamma_{M2'}$ : 0.000  $\gamma_{M2'}$  PF: 1.000  $\gamma_{M2}$  PF: 1.000  
 Tipo collegamento: bullonato Connessione su due lati

ASTA NUM. 1 NI 431 NF 442 Lunghezza: 3.0 cm SER. 4 Cp D= 1.6 cm

categoria: p.p. y qy tot.  
 qy medio: 0.0150 0.0150 kg/cm

Solicitazioni di calcolo e di verifica								Indici <= 1 : VERIFICATO				
NO	x	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
	cm	kg			kg*cm							
1A	0	-107	-5	6	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1B	0	-107	4	6	0	0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1C	0	-107	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1D	0	-107	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1E	0	263	-5	6	0	0	0	1	0.00	0.02	0.02	
1F	0	263	4	6	0	0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
1G	0	263	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.03	
1H	0	263	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.03	
1I	0	-494	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1J	0	-494	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
1K	0	-494	-2	-12	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1L	0	-494	2	-12	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
1M	0	649	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05	
1N	0	649	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
1O	0	649	-2	-12	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.06	
1P	0	649	2	-12	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.06	
2	0	74	0	-10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1A	2	-107	-5	6	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1B	2	-107	4	6	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1C	2	-107	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1D	2	-107	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1E	2	263	-5	6	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
1F	2	263	4	6	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
1G	2	263	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
1H	2	263	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
1I	2	-494	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1J	2	-494	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
1K	2	-494	-2	-12	0	0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1L	2	-494	2	-12	0	0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
1M	2	649	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05	
1N	2	649	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
1O	2	649	-2	-12	0	0	0	1	0.00	0.05	0.05	
1P	2	649	2	-12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
2	2	74	-0	-10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1A	3	-107	-5	6	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1B	3	-107	4	6	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1C	3	-107	-5	-17	0	0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1D	3	-107	4	-17	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1E	3	263	-5	6	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
1F	3	263	4	6	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
1G	3	263	-5	-17	0	0	-0	1	0.00	0.02	0.03	
1H	3	263	4	-17	0	0	0	1	0.00	0.02	0.03	
1I	3	-494	-2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
1J	3	-494	2	0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1K	3	-494	-2	-12	0	0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
1L	3	-494	2	-12	0	0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1M	3	649	-2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
1N	3	649	2	0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05	
1O	3	649	-2	-12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.06	
1P	3	649	2	-12	0	0	0	1	0.00	0.05	0.06	
2	3	74	-0	-10	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01	

ASTA NUM. 2 NI 441 NF 443 Lunghezza: 3.0 cm SER. 4 Cp D= 1.6 cm

categoria: p.p. y qy tot.  
 qy medio: 0.0150 0.0150 kg/cm

Solicitazioni di calcolo e di verifica								Indici <= 1 : VERIFICATO				
NO	x	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
	cm	kg			kg*cm							
1A	0	-108	-4	17	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1B	0	-108	5	17	0	0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1C	0	-108	-4	-6	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
1D	0	-108	5	-6	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
1E	0	262	-4	17	0	0	0	1	0.00	0.02	0.03	
1F	0	262	5	17	0	0	-0	1	0.00	0.02	0.03	
1G	0	262	-4	-6	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
1H	0	262	5	-6	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
1I	0	-495	-2	12	0	0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1J	0	-495	2	12	0	0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
1K	0	-495	-2	-0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
1L	0	-495	2	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	

1M	0	649	-1	12	0	0	0	1	0.00	0.05	0.06
1N	0	649	1	12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.06
1O	0	649	-1	-0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05
1P	0	649	1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05
2	0	73	0	10	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01
1A	2	-108	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01
1B	2	-108	5	17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
1C	2	-108	-4	-6	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01
1D	2	-108	5	-6	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
1E	2	262	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02
1F	2	262	5	17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02
1G	2	262	-4	-6	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02
1H	2	262	5	-6	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02
1I	2	-495	-1	12	0	0	-0	1	0.00	0.04	0.04
1J	2	-495	1	12	0	0	0	1	0.00	0.04	0.04
1K	2	-495	-1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04
1L	2	-495	1	-0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04
1M	2	649	-1	12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.05
1N	2	649	1	12	0	0	0	1	0.00	0.05	0.05
1O	2	649	-1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05
1P	2	649	1	-0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05
2	2	73	0	10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
1A	3	-108	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01
1B	3	-108	5	17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
1C	3	-108	-4	-6	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01
1D	3	-108	5	-6	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01
1E	3	262	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02
1F	3	262	5	17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02
1G	3	262	-4	-6	0	0	-0	1	0.00	0.02	0.02
1H	3	262	5	-6	0	0	0	1	0.00	0.02	0.02
1I	3	-495	-1	12	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04
1J	3	-495	1	12	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04
1K	3	-495	-1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04
1L	3	-495	1	-0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04
1M	3	649	-1	12	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05
1N	3	649	1	12	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05
1O	3	649	-1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05
1P	3	649	1	-0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05
2	3	73	-0	10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01

ASTA NUM. 3 NI 193 NF 434 Longh. 3.0 cm SEZ. 4 Cp D= 1.6 cm

categoriali p.p. y qy tot.

qy medio: 0.0158 0.0158 kg/cm

Collecitazioni di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.	I.R.n.	I.R.	Nota
mm		kg	kg	kg	kg*mm	kg*mm	kg*mm					
1A	0	-0	-103	-0	0	0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1B	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
1C	0	-0	-103	-0	0	-0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1D	0	-0	-14	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
1E	0	-0	-103	-0	0	0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1F	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
1G	0	-0	-103	-0	0	-0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1H	0	-0	-14	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
1I	0	-0	-113	0	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1J	0	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
1K	0	-0	-113	-0	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1L	0	-0	1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
1M	0	-0	-113	0	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1N	0	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
1O	0	-0	-113	-0	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1P	0	-0	1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
2	0	-0	-160	-0	0	-0	1	1	0.02	0.00	0.02	
1A	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1B	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
1C	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1D	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
1E	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1F	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
1G	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1H	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
1I	2	-0	-113	0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1J	2	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
1K	2	-0	-113	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1L	2	-0	1	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
1M	2	-0	-113	0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1N	2	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
1O	2	-0	-113	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1P	2	-0	1	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
2	2	-0	-160	-0	0	0	-1	1	0.02	0.00	0.03	
1A	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
1B	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
1C	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
1D	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
1E	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
1F	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
1G	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	



1H	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.09	0.00	0.02
1I	3	-0	-118	0	0	-0	-3	1	0.02	0.00	0.08
1J	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.09	0.00	0.00
1K	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08
1L	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.09	0.00	0.00
1M	3	-0	-118	0	0	-0	-3	1	0.02	0.00	0.08
1N	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.09	0.00	0.00
1O	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08
1P	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.09	0.00	0.00
2	3	-0	-161	-0	0	0	-4	1	0.02	0.00	0.08

ASTA NUM. 4 HI 151 MR 431 Lungh. 3.0 cm SEZ. 4 Cp D= 1.6 cm

Categoria: p.p. y qy tot.

qy medio: 0.0158 0.0158 kg/cm

Sollecitazioni di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

NO	n	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz	Classa	I.V.V.	I.R.n.	I.R.	Nota
	cm	kg			kg*cm							
1A	0	-0	-103	-0	0	0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1B	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
1C	0	-0	-103	-0	0	-0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1D	0	-0	-14	-0	0	-0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
1E	0	-0	-103	-0	0	0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1F	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
1G	0	-0	-103	-0	0	-0	1	1	0.01	0.00	0.01	
1H	0	-0	-14	-0	0	-0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
1I	0	-0	-118	0	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1J	0	-0	1	0	0	0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
1K	0	-0	-118	-0	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1L	0	-0	1	-0	0	-0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
1M	0	-0	-118	0	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1N	0	-0	1	0	0	0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
1O	0	-0	-118	-0	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.01	
1P	0	-0	1	-0	0	-0	-0	1	0.09	0.00	0.01	
2	0	-0	-161	-0	0	0	1	1	0.02	0.00	0.02	
1A	2	-0	-103	-0	0	-0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1B	2	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.09	0.00	0.01	
1C	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1D	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.09	0.00	0.01	
1E	2	-0	-103	-0	0	-0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1F	2	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.09	0.00	0.01	
1G	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
1H	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.09	0.00	0.01	
1I	2	-0	-118	0	0	-0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1J	2	-0	1	0	0	-0	-0	1	0.09	0.00	0.00	
1K	2	-0	-118	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1L	2	-0	1	-0	0	0	-0	1	0.09	0.00	0.00	
1M	2	-0	-118	0	0	-0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1N	2	-0	1	0	0	-0	-0	1	0.09	0.00	0.00	
1O	2	-0	-118	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
1P	2	-0	1	-0	0	0	-0	1	0.09	0.00	0.00	
2	2	-0	-161	-0	0	0	-1	1	0.02	0.00	0.03	
1A	3	-0	-103	-0	0	-0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
1B	3	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.09	0.00	0.02	
1C	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
1D	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.09	0.00	0.02	
1E	3	-0	-103	-0	0	-0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
1F	3	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.09	0.00	0.02	
1G	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
1H	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.09	0.00	0.02	
1I	3	-0	-118	0	0	-0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
1J	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.09	0.00	0.00	
1K	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
1L	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.09	0.00	0.00	
1M	3	-0	-118	0	0	-0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
1N	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.09	0.00	0.00	
1O	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
1P	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.09	0.00	0.00	
2	3	-0	-161	-0	0	0	-4	1	0.02	0.00	0.09	



### 7-3 AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI ai sensi del cap. 10 del D.M. 17.1.2018

E' stata preliminarmente esaminata la documentazione a corredo del software utilizzato.

software: MASTERSAP TOP 2018

produttore: AMV srl via San Lorenzo 106 34077 Ronchi dei Legionari (Go).

Si riportano di seguito una esauriente descrizione delle basi teoriche generali e degli algoritmi impiegati.

AMV S.r.l.  
Via San Lorenzo, 106  
34077 Ronchi dei Legionari  
(Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.775.903 r.a.  
Fax +39 0481.777.125  
E-mail: info@amv.it  
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 (i.v.)  
P.Iva: IT00382470318  
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



#### Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LIFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multivariata per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supermodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizzi la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come Thick Restarted Lanczos ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilinerare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato precondizionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del software. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibile in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica o grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni: vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
Amministratore Unico  
Ing. Luciano Migliorini

## LICENZA D'USO SOFTWARE

Ragione Sociale: **VENTURUCCI ING. GINO**

Indirizzo: **VIA F.LLI CERVI, 31**

CAP: **50065**

Città: **PONTASSIEVE**

Prov.: **FI**

Teléfono: **055.8313690**

Fax: **055.8313690**

Email: **studio@ingventuruccigino.191.it**

Partita IVA: **03412040481**

Codice Fiscale:

### DATI RELATIVI ALL'INSTALLAZIONE DEI PROGRAMMI (se diversi da quelli di fatturazione)

Nominativo

Indirizzo (Via, n°, CAP, città, prov. e tel.):

### DESCRIZIONE PROGRAMMI

TITOLO PROGRAMMA	AUTORE / DISTRIBUT.	VERS.	N° LICENZA D'USO	DECORRENZA LICENZA D'USO	SCADENZA ASSIST./ MANUT.
MASTERSAP TOP	AMV	29.00	28206	13/05/1994	12/05/2018
BIM TOP	AMV	29.00	28206	25/07/2017	26/01/2018
MASTERARM TOP	AMV	29.00	28206	13/05/1994	12/05/2018
MASTERSIST TOP	AMV	29.00	28206	23/07/2011	12/05/2018
MASTERMURI TOP	AMV	29.00	28206	19/10/2004	12/05/2018
MASTERLEGNO TOP	AMV	29.00	28206	19/08/2013	12/05/2018
MASTERSTEEL TOP	AMV	29.00	28206	19/06/2013	12/05/2018
MASTERNODO TOP	AMV	29.00	28206	07/07/2010	12/05/2018
CAD C.A. TRAVI/PILASTRI E VIEW	AMV	29.00	28207	13/05/1994	12/05/2018
IMPAGINATORE DXF TOP	AMV	29.00	28207	31/08/1999	12/05/2018
VERIFICHE C.A. T.A./S.L./S.L.U.	AMV	29.00	33386	19/10/2004	12/05/2018



**7.4 PIANO di MANUTENZIONE dell'OPERA IN C.A.**  
ai sensi del cap. 10.1 del D.M. 17.1.2018

Opera Prefabbricata  Parte strutturale dell' opera	Modalità di Manutenzione	Periodicità
FONDAZIONE	<p>Ispezionare accuratamente la FONDAZIONE e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lo stato della platea/vasca di fondazione al perimetro esterno e rilevare eventuali presenze di fessure o crepe nel cls;</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei copriferri della platea-basamento o della vasca e se si presentano affioramenti delle armature provvedere al ricoprimento con rasatura di betoncini specifici con azione protettiva ed impermeabilizzante;</li> <li>▪ lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disgreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali;</li> <li>▪ lo stato del terreno all'intorno della fondazione accertando l'assenza di percolazioni d'acqua dall'esterno che, per la loro azione erosiva, nel tempo abbiano abbassato le caratteristiche portanti del terreno o creato vuoti. Se del caso, dovrebbero essere colmati e ben costipati i vuoti e gli avvallamenti verificando inoltre che le acque esterne tendano con certezza allontanarsi dal manufatto.</li> <li>▪ nel caso di fondazione a vasca prefabbricata dovrà inoltre essere accertato lo stato di conservazione delle ancore di sollevamento di questo prefabbricato come indicato al punto precedente.</li> <li>▪ Nel caso di fondazione a vasca con intercapedine sotto soletta di calpestio, controllare se installati, accuratamente l'efficacia e la messa in forza dei pilastri di appoggio visionando gli stessi dalle consuete forometrie o cunicoli presenti nella soletta di calpestio.</li> </ul>	Cadenza triennale
ANCORE di sollevamento	<p>Ispezionare accuratamente le ANCORE di sollevamento e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eventuali fenomeni di eccessiva ossidazione delle boccole di acciaio;</li> <li>▪ lo stato e lo spessore filmogeno e lubrificante dei grassi protettivi dell'ancora e, se necessario, integrare il film protettivo a protezione nel tempo e per un minimo di protezione corrispondente alla periodicità;</li> <li>▪ lo stato di conservazione delle parti in c.a. che perimetrano la zona del prefabbricato che circonda l'ancora e, se si presentano lesioni o microlesioni, provvedere a rasature protettive dall'area interessata con betoncini, o a segnalare il problema qualora si rendesse necessario la ristrutturazione vera e propria dell'ancoraggio (ancore+cls).</li> <li>▪ a conclusione di ogni ispezione il Tecnico incaricato dovrà, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio ordinario e straordinario ed esprimere un giudizio riassuntivo dello stato delle ancore per garantire i futuri sollevamenti del prefabbricato che comunque dovranno avvenire solo ed esclusivamente escludendo preventivamente tutte le apparecchiature pesanti dall'interno del prefabbricato e verificando i limiti di carico descritti nella Tav. n°6-6aA.</li> </ul>	Cadenza annuale