



”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
PE0 STR REL 04 R0

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
0	Lug. 2025	Prima emissione	M. De Luca	E. Barattin	N. Faggioni

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

INDICE

1	INTRODUZIONE GENERALE	2
2	INSERIMENTO DEL PROGETTO NEL TERRITORIO.....	3
2.1	AREA DELL'INTERVENTO	3
2.2	IL TERMINAL	4
3	ALLEGATI	5
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>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 REGIONE SICILIANA	<p>RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE</p> <p>32016019PE0STRREL04R0</p> <p style="text-align: right;">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 perseguiti 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 stima 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 da 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.

  	<p>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 REGIONE SICILIANA	<p>RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE</p> <p>32016019PE0STRREL04R0</p> <p style="text-align: right;">Pag. 3 di 7</p>

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 capitaineria di porto di Siracusa, la cui sede centrale si trova nel Piazzale IV Novembre, all'imboccatura del porto Grande.

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

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.

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

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/cm².

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:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma B N_y s_y d_y i_y b_y g_y + c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Tale formulazione viene utilizzata ogniqualvolta 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/cm²), 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:

$$Q_{lim} = 1/2 g' B N_y s_y d_y i_y b_y g_y + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Dati d'ingresso:

Terreno di fondazione		
Coesione (c')	0	kPa
Angolo di attrito (φ)	26	°
Peso di volume terreno di fondazione (γ _f)	18,0	kN/m ³
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ _s)	18,0	kN/m ³
Inclinazione piano campagna (β)	0	°
Fondazione		
Larghezza (B)	2,48	m
Lunghezza (L)	6,70	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(eel)	0,00	m
Inclinazione piano di posa (α)	0	°
Carichi inclinati		
Componente orizzontale (H) angolo di H con dir di L (v)	0,000	t
Componente verticale (N)	0,100	t
Larghezza equivalente (B')	2,48	m
Lunghezza equivalente (L')	7,50	m
Fattori capacità portante		
N _r	10,59	
N _c	22,25	
N _q	11,85	
Fattori forma della fondazione		
s _r	0,90	
s _c	1,16	
s _q	1,14	
Fattori inclinazione del carico		
i _y	1,00	
i _c	1,00	
i _q	1,00	
Fattori inclinazione piano di posa		
b _y	1,00	
b _c	1,00	
b _q	1,00	
Fattori inclinazione piano campagna		
g _r	1,00	
g _c	1,00	
g _q	1,00	
Fattori profondità piano di posa		
d _c	1,03	
d _q	1,02	

Risultato:

Pressione limite (Q _{lim})	263,0 kPa
Coefficiente di sicurezza	2,3
Pressione ammissibile (Q _{amm})	116,4 kPa

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

PRESSIONE LIMITE PER CABINA UTENTE

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

Metodo eurocode 7

Formula generale:

$$Q_{dm} = 1/2 g' B N_c s_c i_c b_c g_c + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Dati d'ingresso:

Terreno di fondazione		
Coesione (c')	0	kPa
Angolo di attrito (ϕ')	26	°
Peso di volume terreno di fondazione (γ_1)	18,0	kN/m ³
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ_2)	18,0	kN/m ³
Inclinazione piano campagna (β)	0	°
Fondazione		
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 (α)	0	°
Carichi inclinati		
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')	3,80	m
Fattori capacità portante		
N_c	10,59	
N_b	22,25	
N_q	11,85	
Fattori forma della fondazione		
s_γ	0,80	
s_c	1,31	
s_q	1,29	
Fattori inclinazione del carico		
i_γ	1,00	
i_c	1,00	
i_q	1,00	
Fattori inclinazione piano di posa		
b_γ	1,00	
b_c	1,00	
b_q	1,00	
Fattori inclinazione piano campagna		
g_γ	1,00	
g_c	1,00	
g_q	1,00	
Fattori profondità piano di posa		
d_c	1,03	
d_q	1,02	

Risultato:

Pressione limite (Q_{dm})	246,3	kPa
Coefficiente di sicurezza	2,3	
Pressione ammissibile (Q_{adm})	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 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>“Decarbonizzazione del sistema portuale siciliano - Elettrificazione banchine - Porto di Siracusa”</p> <p>CUP G31B21004600001 – CIG: 95453120A7</p> <hr/> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p>
 REGIONE SICILIANA	<p>RELAZIONE TECNICA - PARTE STRUTTURE CABINE DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E CABINA UTENTE</p> <p>32016019PE0STRREL04R0</p> <p style="text-align: right;">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_70p - "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 ($s=8\text{cm}$ doppia armatura)	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** - ($670\text{ cm} \times 244\text{ cm}$) è essenzialmente costituito da una piccola costruzione, di forma parallelepipedo, 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:

L_e [cm]	B_e [cm]	H_i [cm]	Spess. Pareti [cm]	Spess. Soletta Fondo [cm]	Spess. Soletta Copertura [cm]
666/670	244	230/250	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, 670 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.

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).

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

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

$$\varepsilon_{yd} = 1,96 \%$$

$$\varepsilon_{ud} = 67,5 \%$$

Rete di acciaio elettrosaldata 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).

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

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

$$\varepsilon_{yd} = 1,96 \%$$

$$\varepsilon_{ud} = 22,5 \%$$

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 ancora 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 $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$ $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

• CALCESTRUZZO

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

PARETI LATERALI, SOLETTI 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 ³
2. Sabbia e Ghiaia (0-12mm) lavata UNI EN 12620 dosata a	1750 Kg/m ³
3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003	200 lt./m ³
Per un totale peso volumetrico pari a 2430 Kg/m ³ ed un Rck =	40 N/mm² (408 Kg/cm²) - C32/40
$f_{ck} = 0.83 \times Rck$ 40 N/mm² = 33.2 N/mm²	

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = (0.85 \times 33.2) / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2 (= 0.47 R_{ck})$$

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

1. Cemento titolo R 425 dosato a	360 Kg/m ³
2. Sabbia e Ghiaia (0-12mm) lavata UNI EN 12620 dosata a	1590 Kg/m ³
3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003	170 lt./m ³
4. Additivi (Lt) ²	4,0 Lt (tipo Compact Crete 39/P23) + gr 160 (Antifoam Pl 100)
5. Filler	280 Kg

Per un totale peso volumetrico pari a 2430 Kg/m³ ed un **Rck** = **40 N/mm² (408 Kg/cm²) - C32/40**

$$f_{ck} = 0.83 \times Rck$$
 40 N/mm² = 33.2 N/mm²

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = (0.85 \times 33.2) / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2 (= 0.47 R_{ck})$$

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:

C

Aggressività:

Aggressive

Classe di esposizione EN 206-1:2006

XC4

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

C32/40

Ricoprimento minimo solette Tab A.2 EN13369-08

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** $670 \times 244 \times H268$ (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:

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

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:

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

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 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:

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

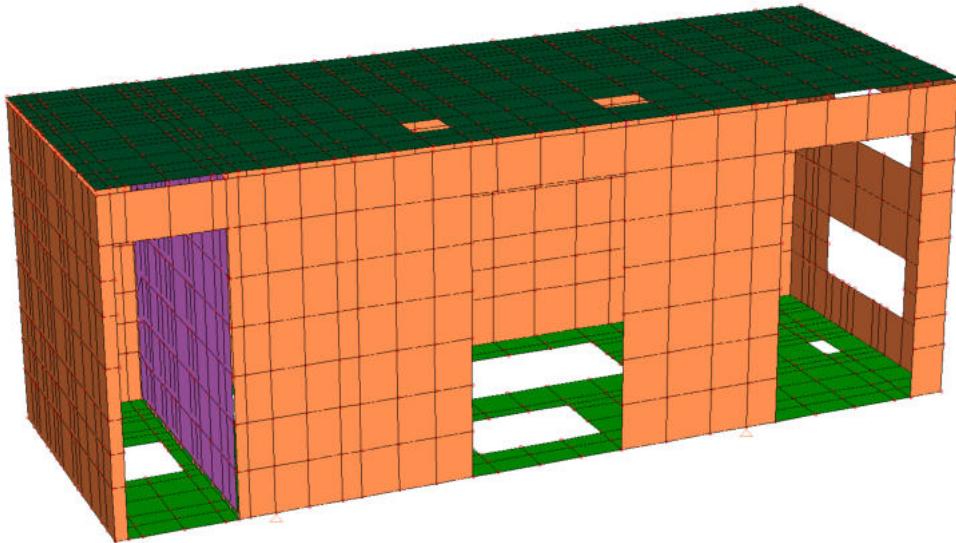
per cui: $S(4) = 1151 \text{ kg / ancoraggio}$

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:

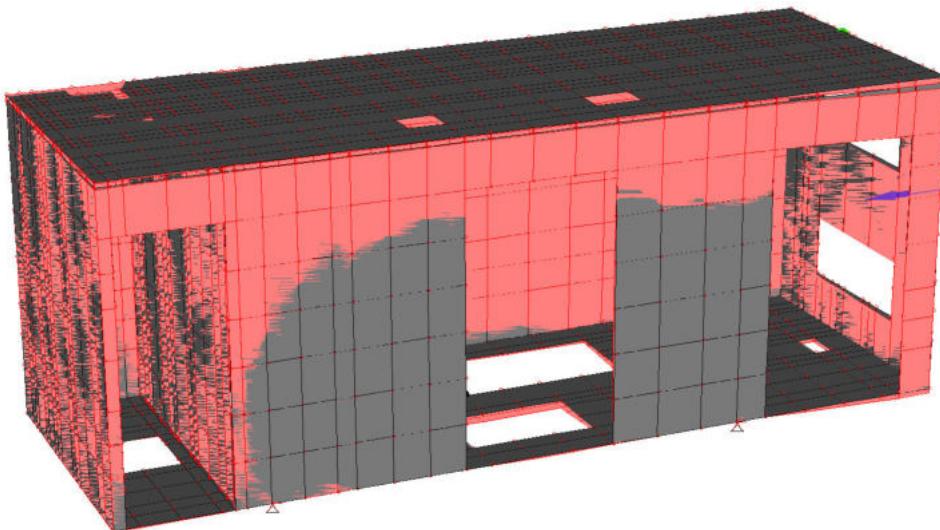


La cabina nella condizione di sollevamento è studiata, in questa fase, soggetta al peso proprio, amplificato dei coefficienti dinamici e di inversione “*b*” - “*e*” - “*y*” riportati al paragrafo precedente, e al carico delle limitate apparecchiature elettrotecniche già presenti al momento del sollevamento, stimato pari a circa 100 kg/m² sul fondo calpestio.

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

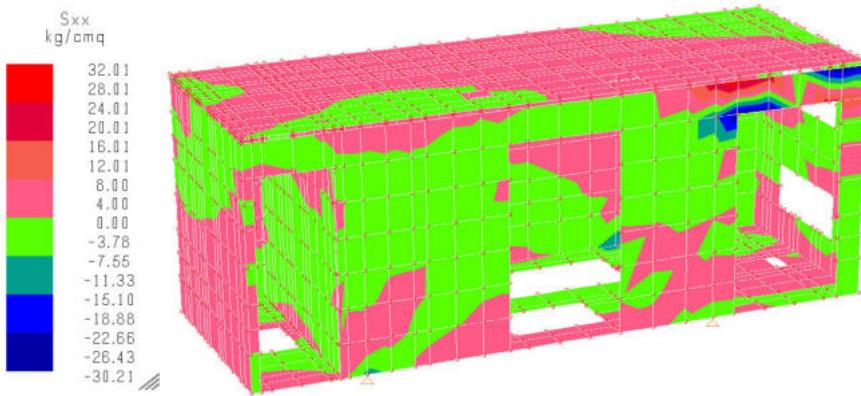
Si riportano di seguito la deformata e le sollecitazioni a cui è soggetto il prefabbricato durante la fase transitoria di sollevamento.

Deformata del prefabbricato al sollevamento

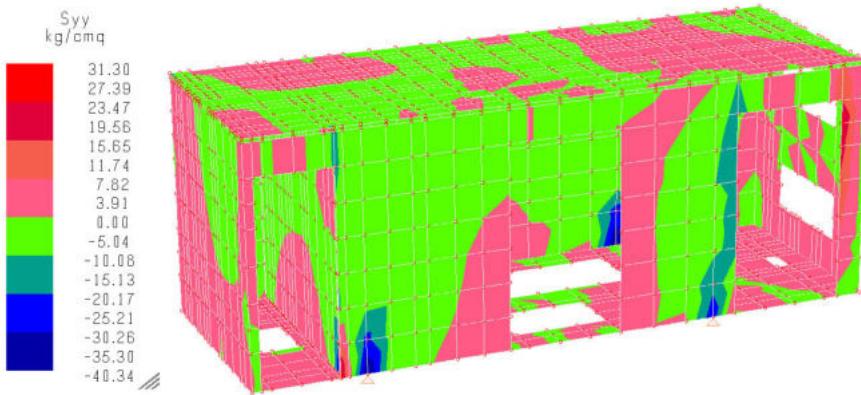


Abbassamento max. all'estremità = 0,17cm

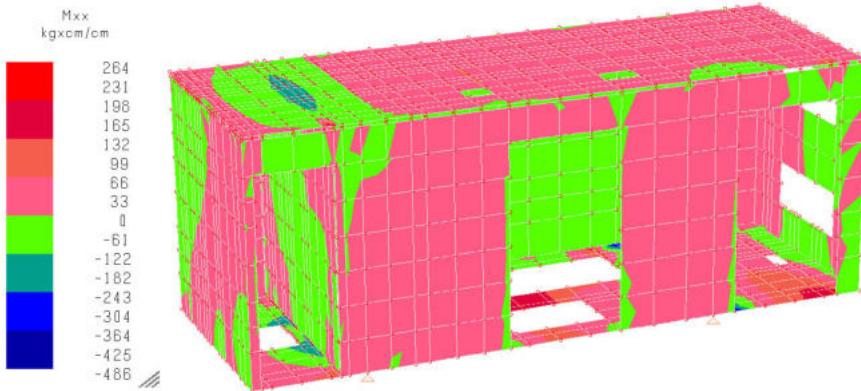
Ente sollecitante sforzo normale **S_{xx}** (*al sollevamento*)



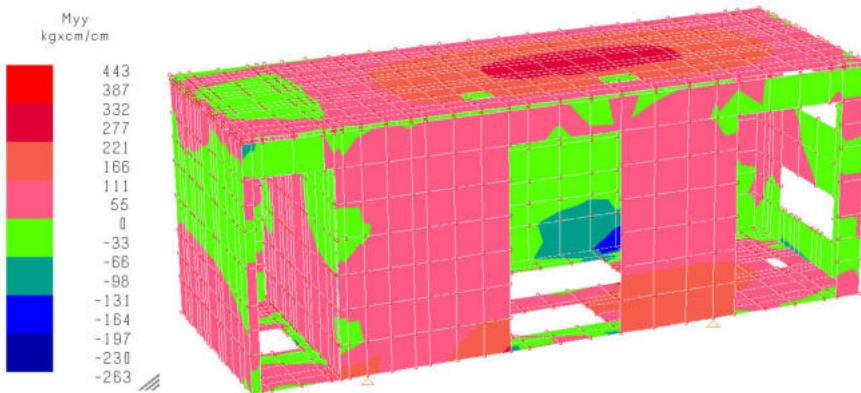
Ente sollecitante sforzo normale **S_{yy}** (*al sollevamento*)



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_i), attraverso ANALISI STATICÀ 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 **Vn ≥ 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 Vr della costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso Cu = 1, risulta:

periodo di riferimento = **Vr = 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 ²
Peso Proprio Permanente sovrastruttura di copertura:	=	20	kg/m ²
Carichi variabili sulla copertura Manutenzione (D.M. 17-1-18):	=	51	kg/m ²
Carichi Variabili sulla copertura Neve (DG2061 – 70p Ed.9):	=	327	kg/m ²
TOTALE CARICHI VERTICALI	=	598	kg/m ² (5,87 kN/m ²)

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

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

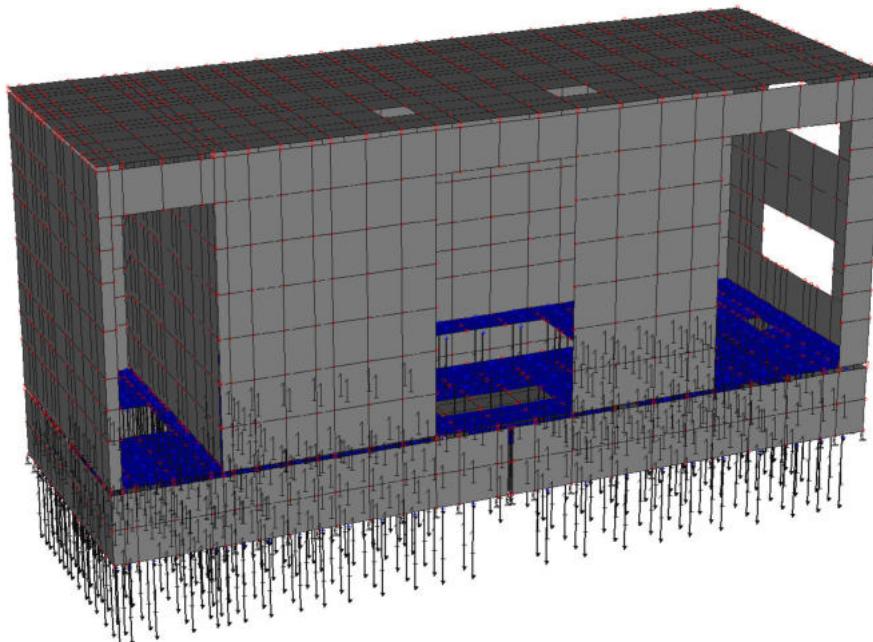
$$\mu_1 = 0,8 \quad C_E = 1 \quad C_t = 1$$

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

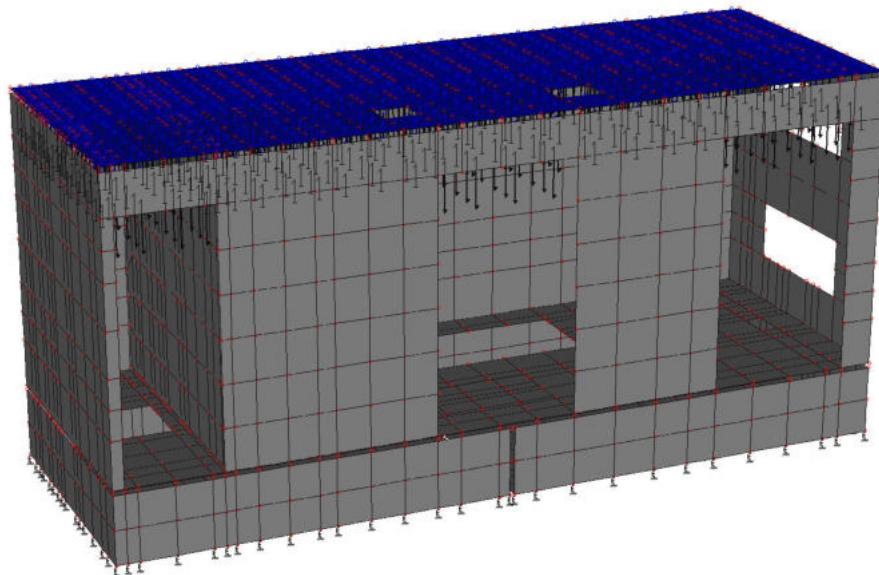
CARICHI sulla SOLETTA DI CALPESTIO

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

Carico ENEL DG2061 + carico variabile sul calpestio: **612 + 51 = 663 kg/ m²**

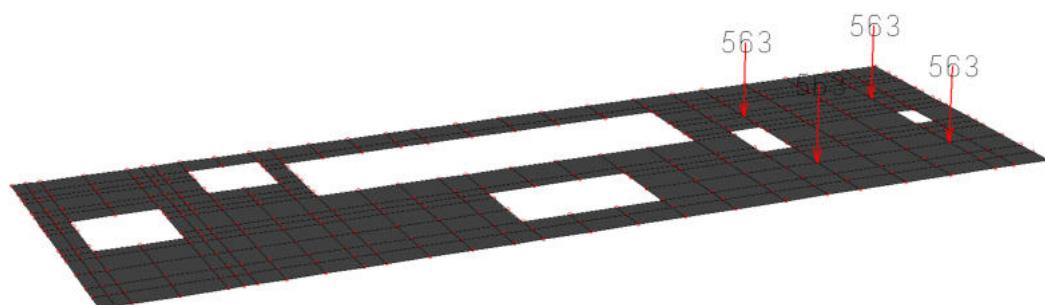


Carico neve (max.) + carico manutenzione + guaina elastomerica su copertura: **327 + 51 + 20 = 398** kg/ m²



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.

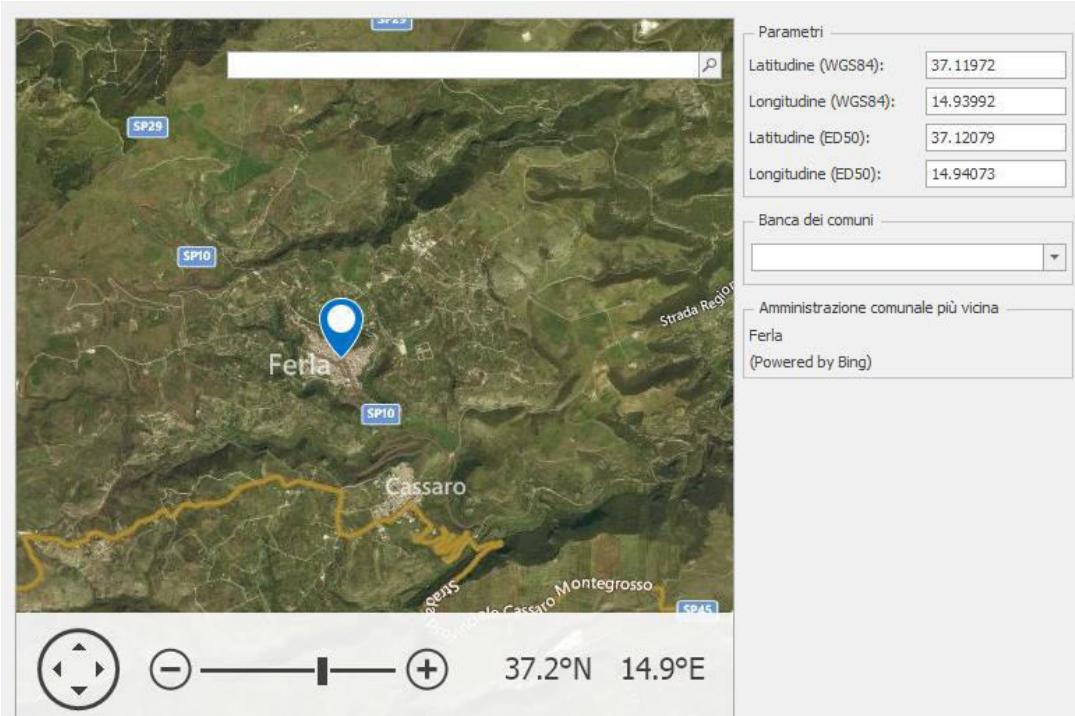
Il sito del territorio nazionale che risulta avere a_g massima secondo i valori della Specifica ENEL DG2061 Rev.09, desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento attualmente fornita dall'INGV, ha le seguenti coordinate:

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 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 F_O = 2,28 T_{c*} = 0,42

Categoria di suolo di fondazione =

D

Fattore Topografico =

1.4 (T4)

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_O = 2,52 T_{c*} = 0,27

Categoria di suolo di fondazione =

D

Fattore Topografico =

1.4 (T4)

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/m²) 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.

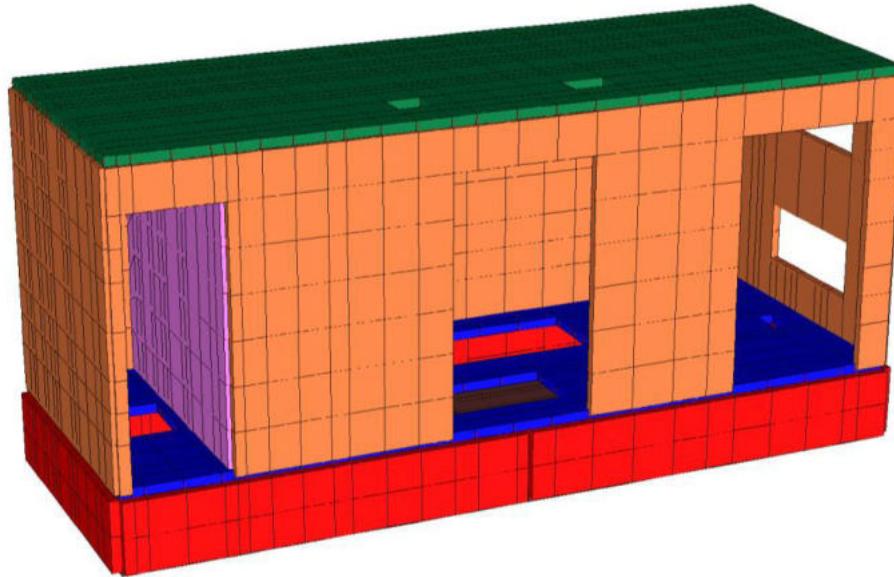
Per le 4 pareti laterali dello scatolare, considerato che è adottando, in analisi globale, un prudentiale fattore di comportamento $q_{nd}=1$ “*non dissipativo*” (*prudentiale anche rispetto al par. 7.3.1 NTC 2018 che invece considera $q_{nd}=1,5$*), e considerato il limitato cimento statico della costruzione in esercizio (*vedi inviluppo sforzi normali unitari Sxx e Syy e Mxx e Myy 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).

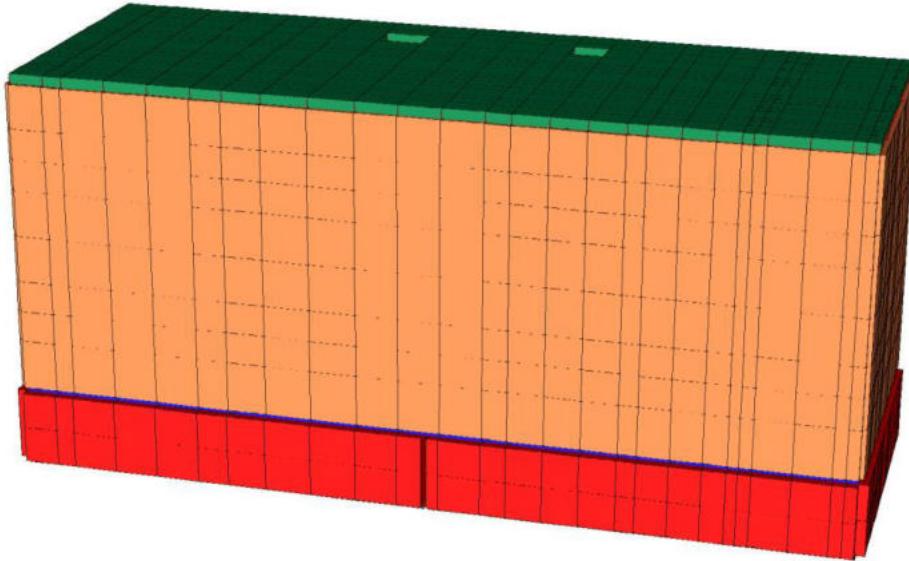
Per l'utilizzo della singola rete centrale nelle 4 pareti, nelle condizioni espresse, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Prima Sezione ha già espresso in passato un parere positivo. È ritenuto ammissibile l'adozione di un singolo strato di armatura trattandosi di manufatti prefabbricati, calcolati 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

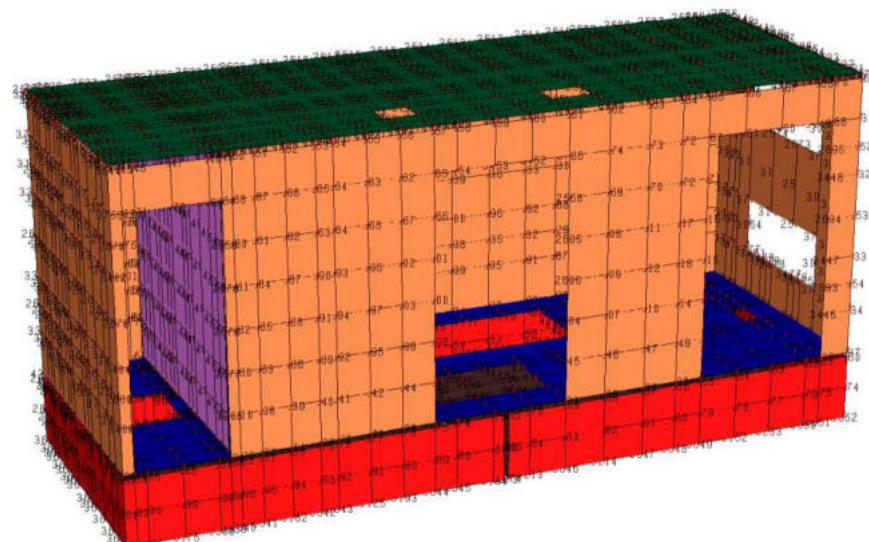
Rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, lo schema dei prefabbricati in esercizio considerato nel modello di analisi FEM e usato per la verifica della struttura è il seguente:



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

4 125/2 119/2 120/2 121/2 120/2 119/2 121/2 122/2 113/2 114/2 131/2 122/2 124/2 124/2 1415/2 1416/2 1417/2 118/2 130/2 1425/2 1426/2 1427/2 1429/2
4 140/2 4 1498 1392/2 1263 120 1374/2 1268/2 1362/2 356/2 350/2 1344/2 138/2 128/2
4 139/2 4 1298 1390/2 1284 128 1372/2 1266/2 1360/2 354/2 348/2 1342/2 136/2 129/2
4 138/2 4 11892 1388/2 1282 126 1370/2 1264/2 1358/2 352/2 346/2 1340/2 134/2 130/2
4 137/2 4 1397 1391/2 1285 129 1373/2 1267/2 1361/2 355/2 349/2 1343/2 137/2 131/2
4 136/2 4 1398 1389/2 1283 127 1371/2 1265/2 1359/2 353/2 347/2 1341/2 135/2 132/2
4 135/2 4 1399 1387/2 1281 127 1389/2 1263/2 1357/2 351/2 345/2 1339/2 133/2 133/2
4 106/2 3999 1387/2 1281 125 1389/2 1263/2 1357/2 351/2 345/2 1339/2 133/2 134/2

numerazione elementi parete Lunga Tergale

121/2 122/2 123/2 124/2 125/2 126/2 127/2 128/2 129/2 130/2 131/2 132/2 133/2 171/2 170/2 129/2 188/2 126/2 121/2 119/2 188/2 127/2 126/2 121/2 119/2 188/2
257 250/2 243/2 2236/2 2229/2 222/2 215/2 2208/2 201/2 194/2 197/2 187/2 180/2 173/2 136/2 138/2 120/2 122/2 244/2 126/2 125/2 82/2 1254/2 138/2 125/2
258 251/2 244/2 2237/2 2230/2 223/2 216/2 2209/2 202/2 195/2 188/2 181/2 174/2 135/2 137/2 139/2 121/2 123/2 245/2 127/2 126/2 83/2 1255/2 139/2 125/2
259 252/2 245/2 2238/2 2231/2 224/2 171/2 2210/2 203/2 196/2 189/2 182/2 175/2 124/2 119/2 142/2 193/2 124/2 199/2 121/2 122/2 121/2 122/2 129/2 1274/2 139/2 125/2
260 253/2 246/2 2239/2 2232/2 225/2 218/2 2211/2 204/2 197/2 190/2 183/2 176/2 125/2 120/2 152/2 103/2 15/2 200/2 206/2 15/2 20/2 1275/2 120/2 125/2
261 254/2 247/2 2240/2 2233/2 226/2 219/2 2212/2 205/2 198/2 191/2 184/2 177/2 126/2 121/2 162/2 132/2 201/2 208/2 126/2 81/2 1276/2 120/2 125/2
262 255/2 248/2 2241/2 2234/2 227/2 220/2 2213/2 206/2 199/2 192/2 185/2 178/2 127/2 122/2 172/2 132/2 202/2 209/2 127/2 82/2 1277/2 120/2 125/2
263 256/2 249/2 2242/2 2235/2 228/2 221/2 2214/2 207/2 200/2 193/2 186/2 179/2 128/2 123/2 182/2 131/2 203/2 208/2 129/2 83/2 1278/2 121/2 125/2

numerazione elementi Parete Corta Sinistra

108/2 137/2 108/2 109/2 109/2 13/2 131/2 132/2 133/2 114/2 115/2 116/2 117/2 118/2 119/2 120/2
1/2 55/2 77/2 49/2 13/2 87/2 19/2 205/2 25/2 73/2 201/2 81/2 37/2 79/2 43/2
2/2 66/2 8/2 59/2 14/2 68/2 20/2 208/2 26/2 74/2 232/2 62/2 38/2 83/2 44/2
3/2 67/2 9/2 51/2 15/2 69/2 21/2 207/2 27/2 76/2 233/2 63/2 39/2 81/2 45/2
4/2 68/2 10/2 52/2 16/2 78/2 22/2 208/2 28/2 76/2 234/2 64/2 40/2 82/2 46/2
5/2 69/2 11/2 53/2 17/2 71/2 23/2 209/2 29/2 77/2 235/2 65/2 41/2 83/2 47/2
6/2 68/2 12/2 54/2 18/2 72/2 24/2 209/2 30/2 78/2 236/2 66/2 42/2 84/2 48/2
105/2 134/2 103/2 102/2 91/2 120/2 209/2 208/2 97/2 96/2 205/2 94/2 93/2 92/2 91/2

numerazione elementi Parete Corta Destra

511/2 514/2 497/2 518/2 517/2 18/2 515/2 114/2 103/2 2512/2 1458/2 459/2 463/2 81/2 462/2
519/2 513/2 496/2
509/2 512/2 495/2
508/2 511/2 494/2 448/2 450/2 451/2 486/2 479/2 472/2 465/2
507/2 510/2 493/2 449/2 452/2 453/2 487/2 489/2 473/2 466/2
506/2 499/2 490/2
505/2 498/2 491/2
456/2 457/2 458/2 441/2 442/2 443/2 444/2 445/2 446/2 447/2 454/2 450/2 453/2 470/2 469/2

numerazione elementi di Parete Interna

89/4	92/4	85/4	70/4	71/4	64/4	57/4	50/4	43/4	38/4	29/4	22/4	15/4	9/4	1/4
85/4	91/4	84/4	77/4	78/4	63/4	56/4	49/4	42/4	35/4	28/4	21/4	14/4	7/4	106/4
97/4	98/4	83/4	76/4	69/4	62/4	55/4	48/4	41/4	34/4	27/4	20/4	13/4	6/4	105/4
86/4	89/4	82/4	75/4	68/4	61/4	64/4	47/4	40/4	33/4	28/4	19/4	12/4	5/4	103/4
85/4	88/4	81/4	74/4	67/4	60/4	53/4	46/4	39/4	32/4	28/4	18/4	11/4	4/4	102/4
94/4	87/4	80/4	73/4	66/4	59/4	52/4	46/4	38/4	31/4	24/4	17/4	10/4	3/4	101/4
93/4	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	100/4

numerazione elementi di Copertura

3-1469/3334/3	324/3229/3	247/3	269/3	254/3239/3	224/3	209/3	195/3	189/3	185/3	150/3	135/3	121/3	100/3	91/3	76/3	81/3	46/3	31/3	18/3	1/3	
3-1469/3374/3	379/331/3	245/3	270/3	219/3	196/3	181/3	166/3	151/3	138/3	122/3	107/3	92/3	77/3	62/3	47/3	32/3	17/3	2/3			
3-1469/3375/3	380/330/3	246/3	271/3	250/3	241/3	229/3	211/3	197/3	182/3	187/3	152/3	137/3	123/3	100/3	93/3	78/3	63/3	40/3	24/3	18/3	3/3
3-1469/3376/3	381/330/3	247/3	272/3	257/3	242/3	227/3	212/3	198/3	183/3	168/3	153/3	138/3	124/3	109/3	94/3	79/3	64/3	49/3	34/3	19/3	4/3
3-1469/3377/3	382/330/3	248/3	273/3	258/3	243/3	229/3	213/3	199/3	184/3	169/3	164/3	139/3	125/3	119/3	95/3	88/3	66/3	50/3	35/3	20/3	5/3
3-1469/3378/3	383/330/3	249/3	274/3	259/3	244/3	229/3	214/3	200/3	186/3	170/3	156/3	140/3	126/3	111/3	96/3	81/3	68/3	51/3	36/3	21/3	6/3
3-1469/3379/3	384/330/3	250/3	275/3	260/3	245/3	230/3	215/3	201/3	186/3	171/3	156/3	141/3	127/3	112/3	97/3	82/3	67/3	52/3	37/3	22/3	7/3
3-1469/3380/3	385/330/3	251/3	276/3	261/3	246/3	231/3	210/3	203/3	187/3	172/3	157/3	142/3	128/3	113/3	98/3	83/3	69/3	53/3	38/3	23/3	8/3
3-1469/3381/3	386/330/3	252/3	277/3	262/3	247/3	232/3	217/3	203/3	188/3	173/3	158/3	143/3	129/3	114/3	99/3	84/3	69/3	54/3	39/3	24/3	9/3
3-1469/3382/3	328/330/3	253/3	278/3	263/3	248/3	233/3	218/3	204/3	189/3	174/3	159/3	144/3	130/3	115/3	100/3	86/3	70/3	56/3	40/3	25/3	10/3
3-1469/3383/3	329/330/3	254/3	279/3	264/3	249/3	234/3	219/3	205/3	190/3	175/3	160/3	145/3	131/3	116/3	101/3	86/3	71/3	56/3	41/3	26/3	11/3
3-1469/3384/3	330/330/3	255/3	280/3	265/3	250/3	235/3	220/3	208/3	191/3	176/3	161/3	146/3	132/3	117/3	102/3	87/3	72/3	57/3	42/3	27/3	12/3
3-1469/3385/3	331/332/3	256/3	281/3	266/3	236/3	220/3	221/3	192/3	177/3	162/3	147/3	118/3	103/3	88/3	73/3	68/3	43/3	28/3	13/3		
3-1469/3386/3	332/332/3	257/3	282/3	267/3	232/3	223/3	222/3	193/3	178/3	163/3	148/3	133/3	119/3	104/3	89/3	74/3	59/3	44/3	29/3	14/3	
3-1469/3387/3	333/332/3	258/3	283/3	268/3	233/3	223/3	223/3	194/3	179/3	164/3	149/3	134/3	120/3	105/3	90/3	75/3	60/3	45/3	30/3		

numerazione elementi Soletta Calpestio

3-1725/1	241/1	23/1	22/1	20/1	19/1	18/1	17/1	16/1	15/1	14/1	13/1	12/1	11/1	10/1	9/1	8/1	7/1	6/1	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1		
3-1726/1	1251/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1		
3-1727/1	1252/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	236/1	235/1	234/1	233/1	232/1	231/1	230/1	
3-1728/1	1253/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	236/1	235/1	234/1	233/1	232/1	231/1	
3-1729/1	1254/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	236/1	235/1	234/1	233/1	232/1	
3-1730/1	1255/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	236/1	235/1	234/1	233/1	
3-1731/1	1256/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	236/1	235/1	234/1	
3-1732/1	1257/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	236/1	235/1	
3-1733/1	1258/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	236/1	
3-1734/1	1259/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	237/1	
3-1735/1	1260/1	260/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	238/1	
3-1736/1	1261/1	261/1	260/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	239/1	
3-1737/1	1262/1	262/1	261/1	260/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	240/1	
3-1738/1	1263/1	263/1	262/1	261/1	260/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	241/1	
3-1739/1	1264/1	264/1	263/1	262/1	261/1	260/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1	
3-1740/1	1265/1	265/1	264/1	263/1	262/1	261/1	260/1	259/1	258/1	257/1	256/1	255/1	254/1	253/1	252/1	251/1	250/1	249/1	248/1	247/1	246/1	245/1	244/1	243/1	242/1

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	BDM2 670 R1-70P
Intestazione del lavoro	BDM2 670 R1-70P q=1 Ferla
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 **qor=1**

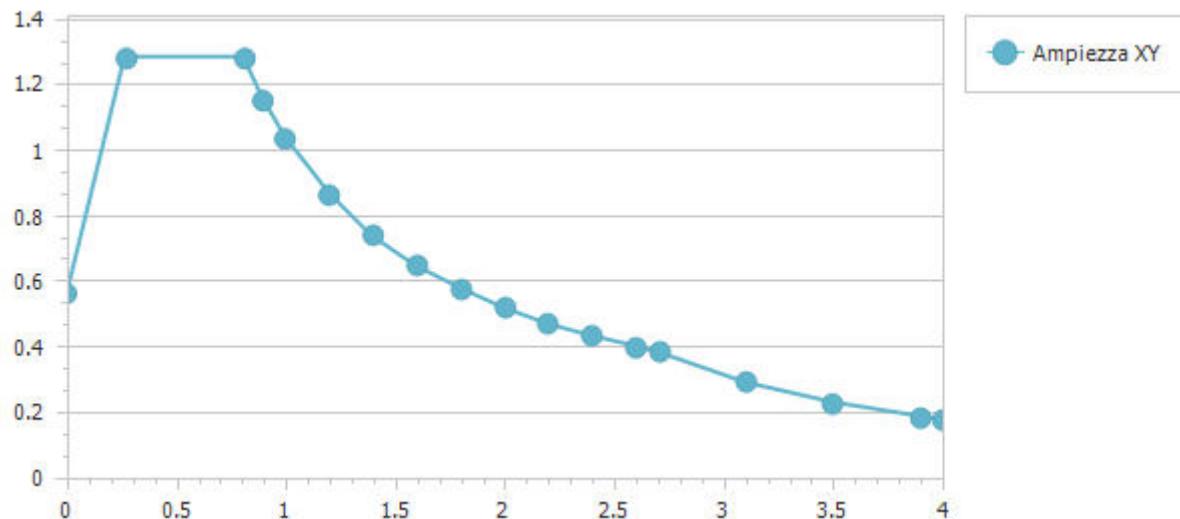
STATO LIMITE DI DANNO

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

PARAMETRI SISMICI

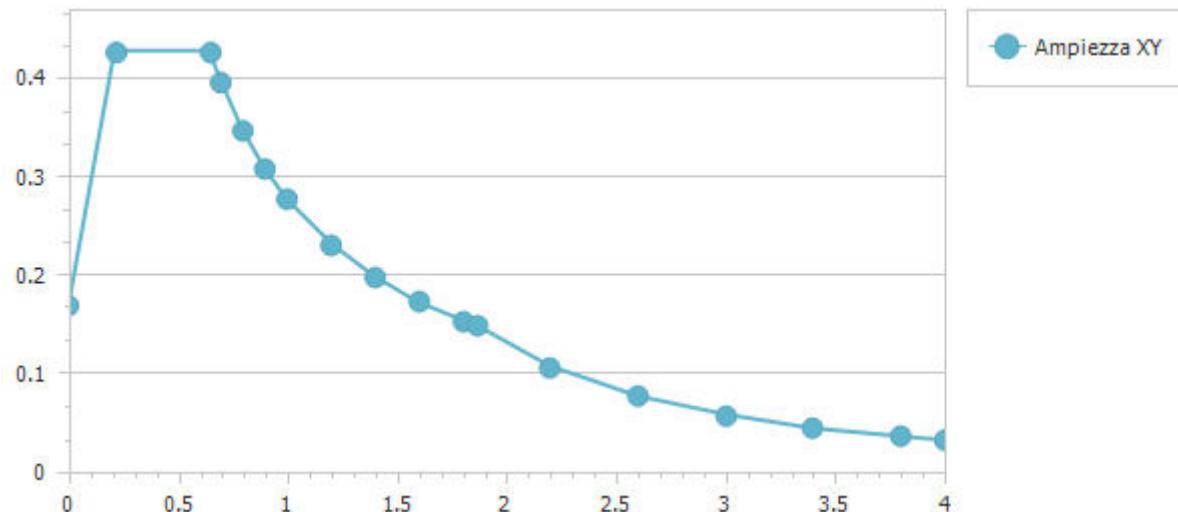
Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (SLV)



Num.	Periodo	Aampiezza 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	Aampiezza 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 utilizzante 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 inviluppo degli stessi enti sollecitanti.

In particolare, si riporta:

Per la verifica SLV+SLU:

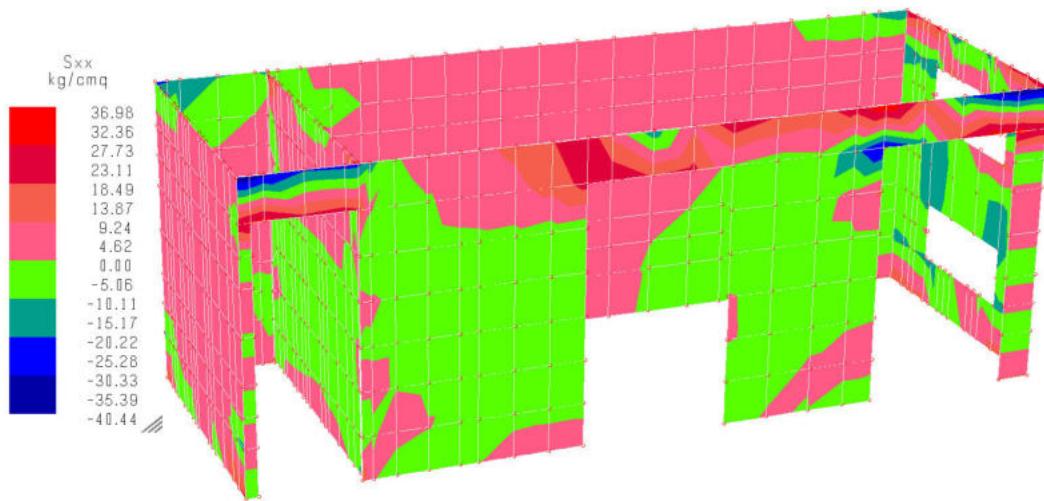
- Inviluppo sollecitazioni agenti Sxx
- Inviluppo sollecitazioni agenti Syy
- Inviluppo sollecitazioni agenti Mxx
- Inviluppo sollecitazioni agenti Myy

Per la verifica SLD+SLE:

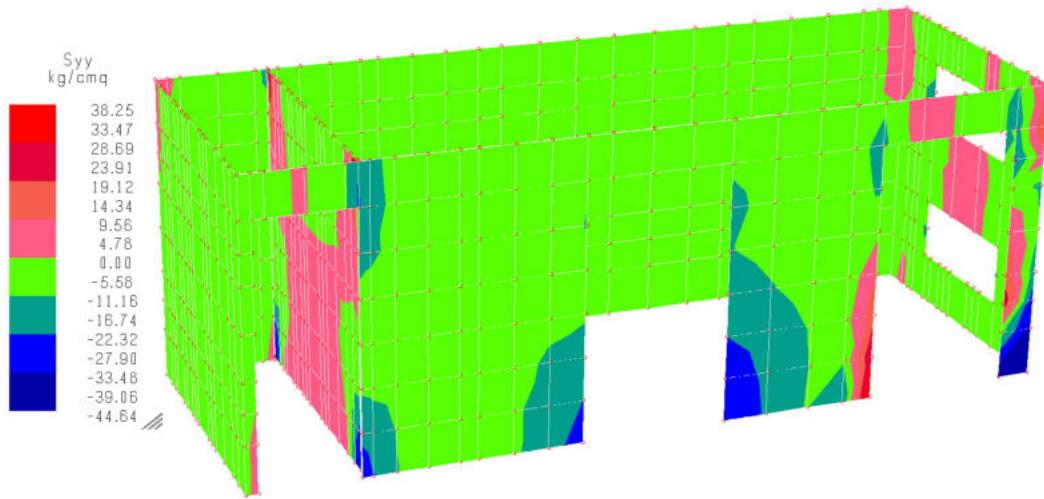
- Deformazioni parete (*parete più deformata*)
- Deformazioni soletta di calpestio
- Deformazioni soletta di copertura

PARETI VERTICALI

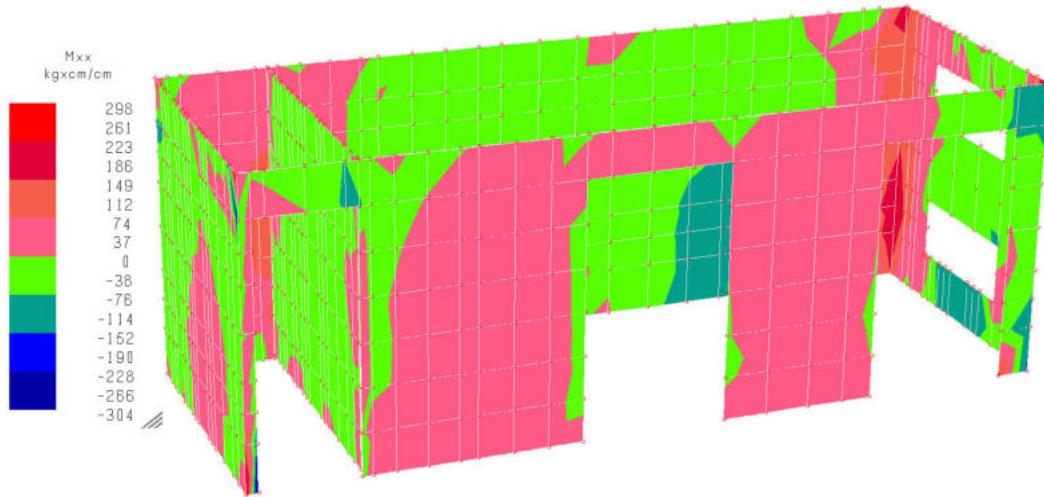
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale **S_{xx}**



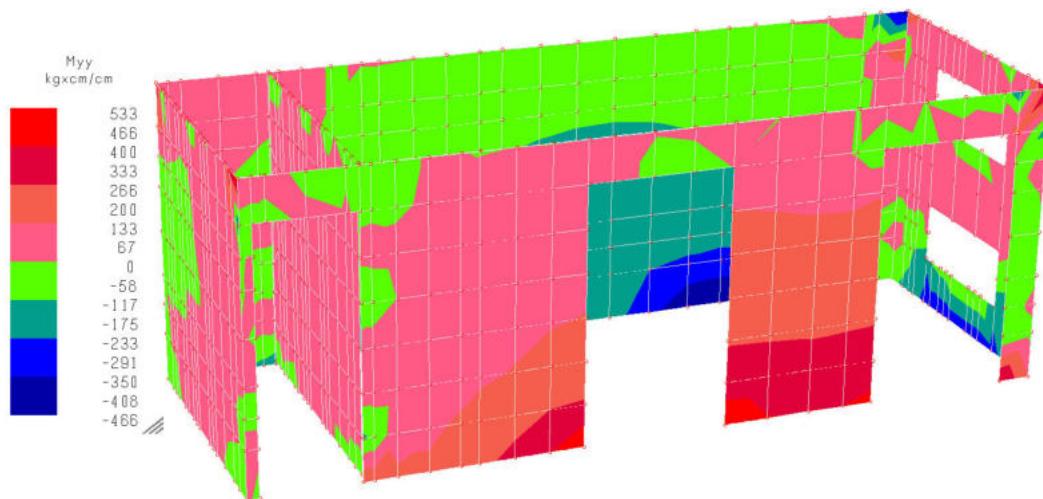
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale **S_{yy}**



Inviluppo 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 ρ vertic.: **0.28** % Diam. agg. vertic.: **8** mm Passo agg. vertic.: **20** cm
 Diam. orizz.: **5** mm Passo orizz.: **20** cm ρ 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	Bieille
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 ²
Normativa:	NTC-2018
Versione:	Edifici nuovi
Tipologia:	No minimi
Rck:	300.0
fyk:	4580.0
Tensione di calcolo calcestruzzo a pressotensione:	-141.1
Tensione di calcolo acciaio a pressotensione:	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, M_x, M_y

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

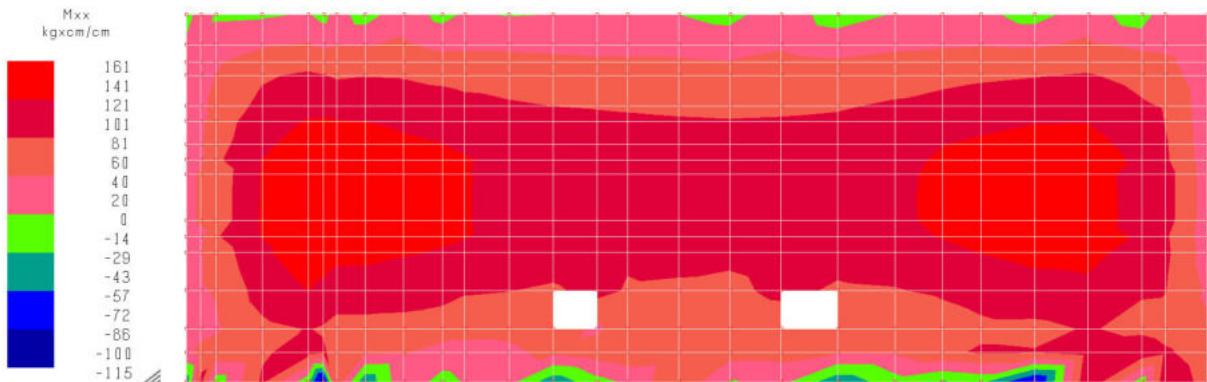
RISULTATI VERIFICA A TAGLIO

Verifica senza armatura trasversale
Taglio res. ultimo (VRd): 395.006
Indice di resistenza: 0.16

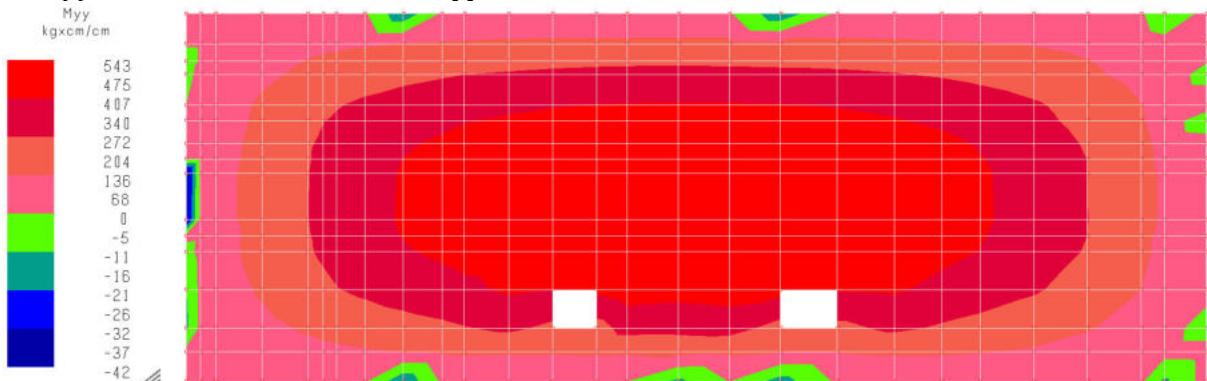
Verifica delle bielle compresse
Taglio resistente ultimo (VRcd): 1733.948
ctg(J): 2.50
Indice di resistenza: **0.04**

SOLETTA di COPERTURA

Inviluppo ente sollecitante momenti **Mxx**



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 (piastra)** Gruppo: **3** Tabella: **SOLETTA**
 Descrizione:
Copertura
 Rck: **400.00** kg/cm² fyk: **4580.0** 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 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
 Diametro staffe: **8** mm Numero braccia: **2**

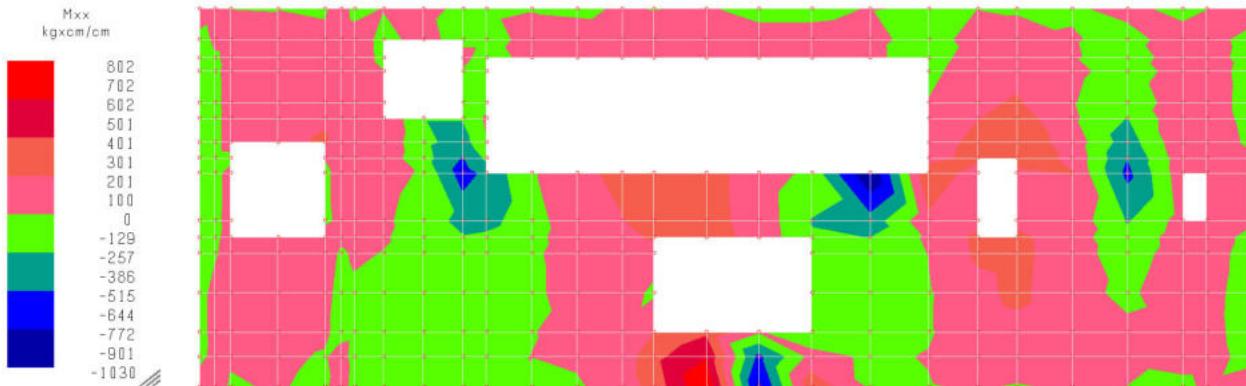
Le armature longitudinali aggiuntive, riferite al proprio passo, vanno aggiunte all'armatura di base: vedere riga riassuntiva

El. comb.	N _{xx}	M _{xx}	N _{yy}	M _{yy}	Vz (M _{xx})	Vz (M _{yy})	A _{xx} inf.	A _{xx} sup.	A _{yy} inf.	A _{yy} 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	t _{xy}	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

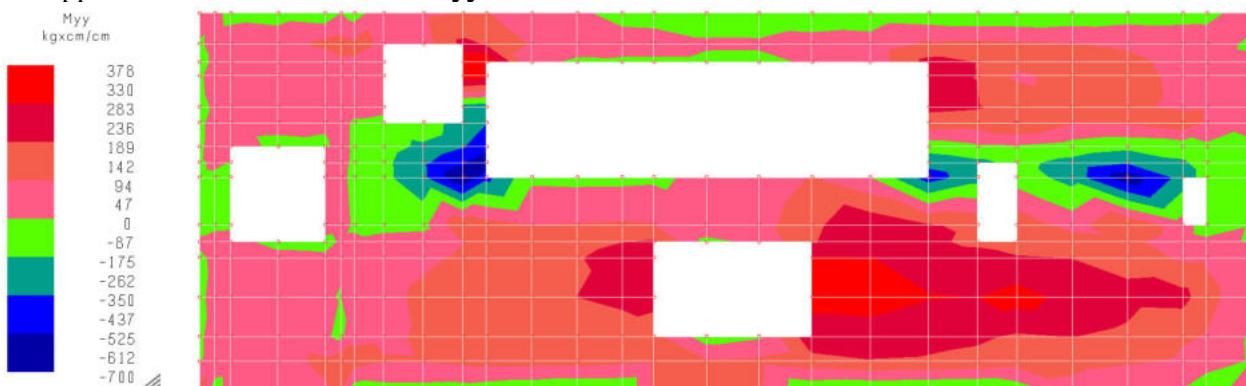
Spess.= 8.0 cm A_{xx}inf= -- A_{xx}sup= -- A_{yy}inf= 3 d 8/90 A_{yy}sup= -- (e arm. base nelle due direz.)

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**
 Elemt.: **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.	N _{xx} kg/10 cm	M _{xx} kg*m/10 cm	N _{yy} kg/10 cm	M _{yy} kg*m/10 cm	Vz (M _{xx}) kg/m	Vz (M _{yy}) kg/m	Axx inf.		Axx sup.		Ayy inf.		Ayy sup.		Indice di resistenza
							Axx inf. cmq /10 cm	Axx sup. cmq /10 cm	Ayy inf. cmq /10 cm	Ayy sup. cmq /10 cm	N, M	t _{xy}	Vz/Vrdl		
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 **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), Frequent (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**
 Ele.: **GUSCIO (parete)** Gruppo: **2** Tabella: **Muri Spessore 7**
 Descrizione: **Pareti**
 Rck: **400.00** kg/cm² fyk: **4580.0** kg/cm² 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 ρ vertic.: **0.28** % Diam. agg. vertic.: **8** mm Passo agg. vertic.: **20** cm
 Diam. orizz.: **5** mm Passo orizz.: **20** cm ρ 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/cm ²		
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 C4.1.2.4.5 della Circolare 2019. La verifica a fessurazione senza calcolo diretto esegue un controllo sulla tensione delle barre di acciaio valutata al lembo tesò; 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**
 Elemt.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **3** Tabella: **SOLETTA**
 Descrizione: **Copertura**
 Rck: **400.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Condizioni ambientali: **Aggressiva**
 Coprifero sup.: **2.5** cm Coprifero 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	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:

CC₄(frequente) max = W 0.00mm << W₂ = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

CC₅ (quasi permanente) max = W 0.00mm << W₁ = 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**
 Elemt.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **1** Tabella: **SOLETTA R1**
 Descrizione: **Soletta Calpestio**
 Rck: **400.00** kg/cmq fyk: **4580.0** kg/cmq Condizioni ambientali: **Aggressiva**
 Coprifero sup.: **2.5** cm Coprifero 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	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:

CC₄(frequente) max = W 0.00mm << W₂ = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4 comma c)

CC₅ (quasi permanente) max = W 0.00mm << W₁ = 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 ($s=8\text{cm}$ 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

N.comb	Beta	Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base				Armature in alternativa	
		u0	N rid.	Vrcd	I.R.bielle	u1	r	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese (dir.y)-(dir.z)
		cm	kg			cm	%	kg			cm ²
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

N.comb	Beta	Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base				Armature in alternativa	
		u0	N rid.	Vrcd	I.R.bielle	u1	r	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese (dir.y)-(dir.z)
		cm	kg			cm	%	kg			cm ²
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)

N.comb	Beta	Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base				Armature in alternativa	
		u0	N rid.	Vrcd	I.R.bielle	u1	r	N rid.	Vrd	I.R.	barre tese (dir.y)-(dir.z)
		cm	kg			cm	%	kg			cm ²
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

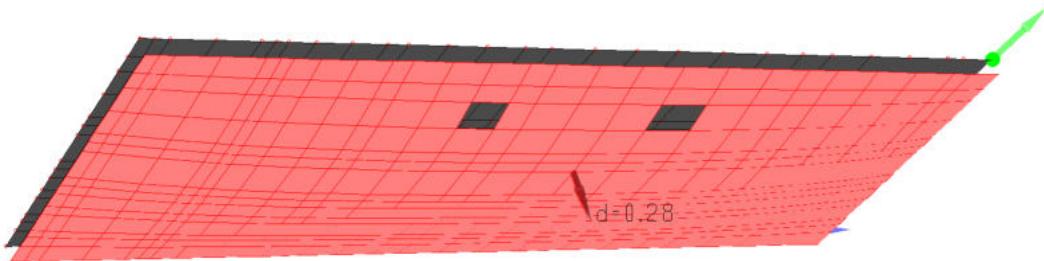
	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	+5.82e-03	+2.31e-02	-1.63e-01	+1.19e-03	+8.68e-04	+8.64e-04	+1.63e-01
Nodo	3866	2615	2322	3952	4125	3949	2322

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)

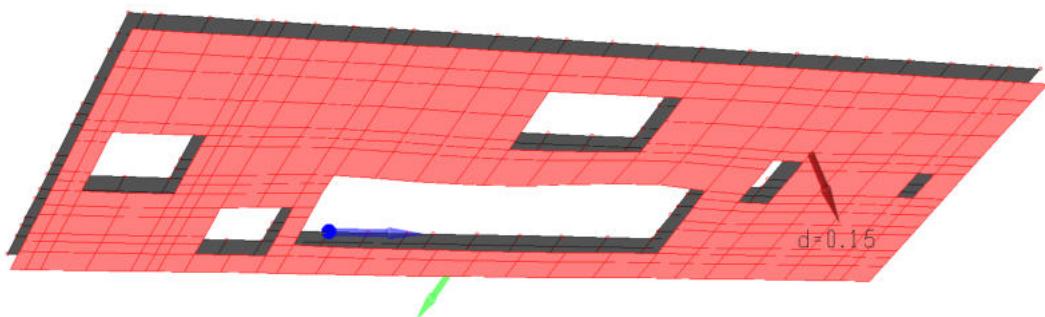
Traslaz.X	Traslaz.Y	Traslaz.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
+1.62e-02	+2.48e-01	+1.01e-01	+1.86e-03	+1.98e-03	+6.82e-04	+2.68e-01
Nodo: 479	Nodo: 2478	Nodo: 3869	Nodo: 2910	Nodo: 3449	Nodo: 3942	Nodo: 2478



Deformazione SOLETTA di COPERTURA CABINA in SLD/SLE

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

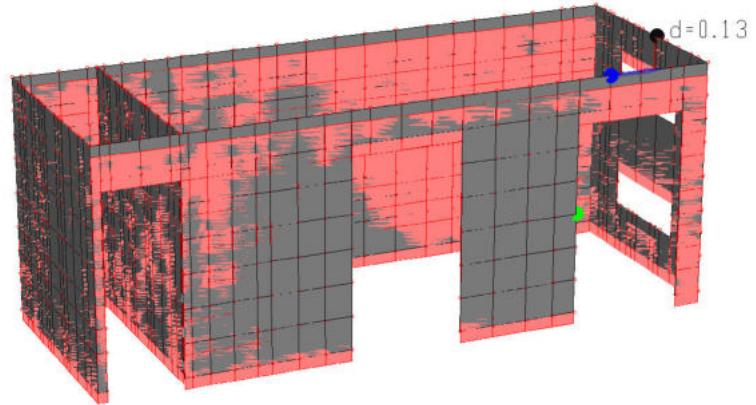
- Verifica inflessione max = - 0.28 cm < 230/500 = 0.46cm



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 cm < 268/500= 0.53cm

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 ($D=12-16\text{ mm cl.8.8}$) viene opportunamente considerato, in favore di sicurezza, utilizzando nel calcolo opportuni elementi finiti del tipo “*pilastro*” in acciaio $D= 12-16\text{ mm (S460)}$, 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 previste nel progetto esecutivo.

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

$$\mathbf{q=1.0}$$

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

6/2

2/2

3/2

1/2

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
 $\gamma M_0: 1.050$ $\gamma M_1: 1.050$ $\gamma M_1': 1.050$ $\gamma M_2: 1.250$ $\gamma r_v: 0.000$ $\gamma M_0 \text{ Pf: } 1.000$ $\gamma M_1 \text{ Pf: } 1.000$
 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 <= 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

6/4

2/4

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
 $\gamma M_0: 1.050$ $\gamma M_1: 1.050$ $\gamma M_1'': 1.050$ $\gamma M_2: 1.250$ $\gamma_{rv}: 0.000$ $\gamma M_0 Pf: 1.000$ $\gamma M_1 Pf: 1.000$
 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	

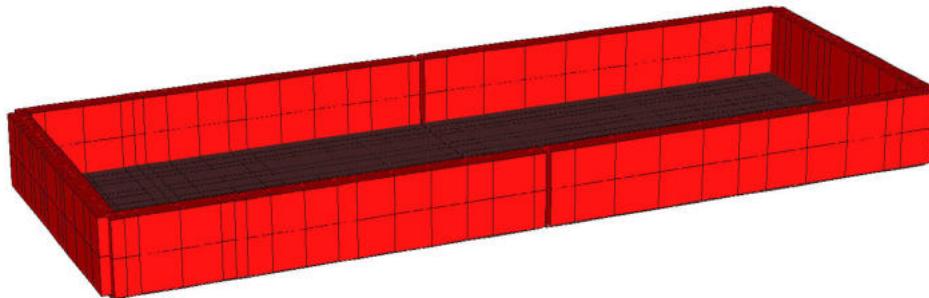
7.2.5.6 VERIFICA delle FONDAZIONI a VASCA ACCOPPIATA

Il prefabbricato BDM2_7op -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 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 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_7op mod.670)

numerazione elementi fondo vasca

16726	163/6	161/6	162/6	165/6	163/6	161/6	149/6	147/6	145/6	143/6	141/6	139/6	137/6	135/6	133/6	131/6	129/6	127/6	125/6	123/6	121/6	119/6	117/6	115/6	
16826	164/6	162/6	161/6	166/6	164/6	162/6	160/6	148/6	146/6	144/6	142/6	140/6	138/6	136/6	134/6	132/6	130/6	128/6	126/6	124/6	122/6	120/6	118/6	116/6	
	81/6	83/6	85/6	67/6	69/6	71/6	73/6	75/6	77/6	79/6	81/6	83/6	85/6	87/6	89/6	91/6	93/6	95/6	97/6	99/6	101/6	103/6	105/6	107/6	109/6
	82/6	84/6	86/6	68/6	70/6	72/6	74/6	76/6	78/6	80/6	82/6	84/6	86/6	88/6	90/6	92/6	94/6	96/6	98/6	100/6	102/6	104/6	106/6	108/6	110/6

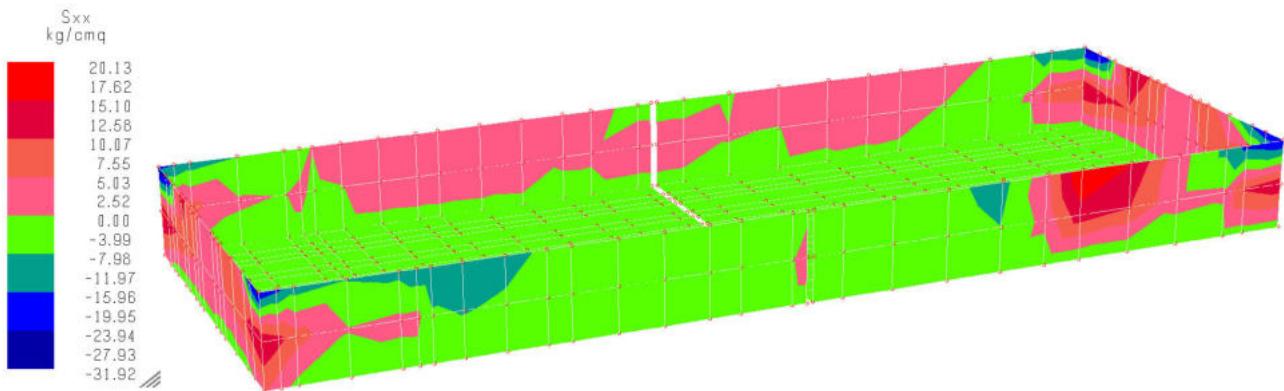
numerazione elementi rialzo laterale vasca

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

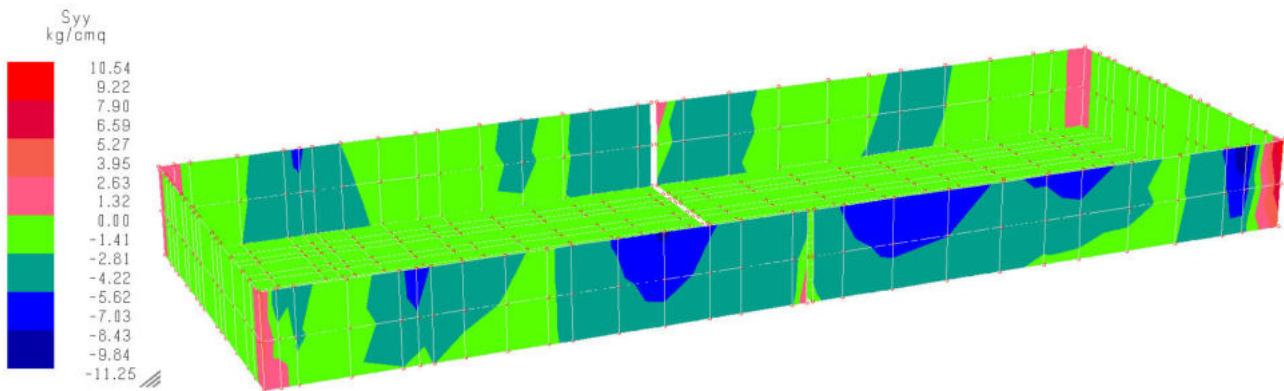
In particolare, si riporta per la verifica SLV+SLU:

- Inviluppo sollecitazioni agenti S_{xx}
- Inviluppo sollecitazioni agenti S_{yy}
- Inviluppo sollecitazioni agenti M_{xx}
- Inviluppo sollecitazioni agenti M_{yy}

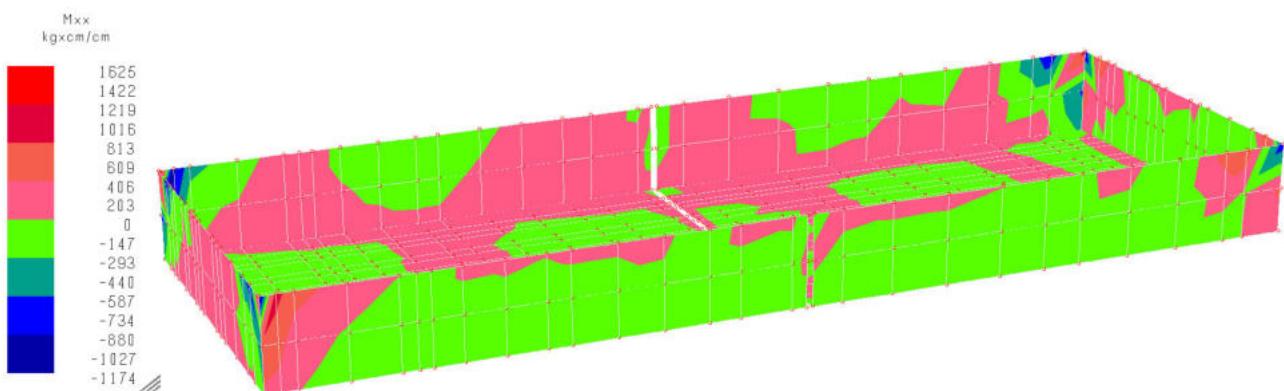
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale **S_{xx}**



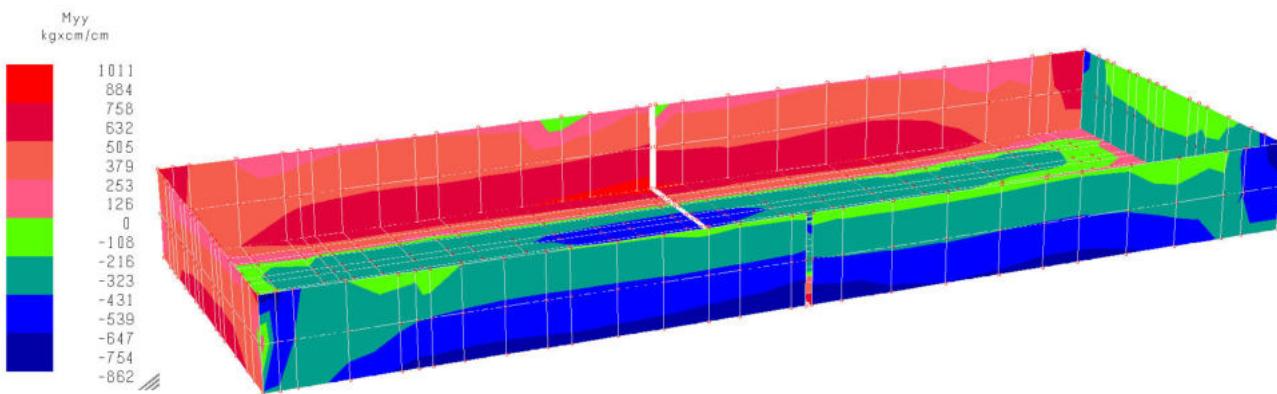
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale **S_{yy}**



Inviluppo 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**
 Elemt.: **PLATEA di fond.** Gruppo: **5** Tabella: **FONDO VASCA**
 Descrizione:
Fondo Vasca
 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 (§7.2.5, 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/m	cmq /20 cm	cmq /20 cm	cmq /20 cm	cmq /20 cm	N, M	txy Vz/Vrd1
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm							
250	1A	0	1	0	2	82	818	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	0.04 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** Ayysup= -- (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**
 Elemt.: **GUSCIO (piastra)** Gruppo: **6** Tabella: **RIALZI VASCA**
 Descrizione:
Rialzi Vasca
 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: **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/m	cmq /22 cm	cmq /22 cm	cmq /22 cm	cmq /22 cm	N, M	txy Vz/Vrd1
	kg/22 cm	kg*m/22 cm	kg/22 cm	kg*m/22 cm							
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	0.77 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	0.72 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	0.73 0.00 0.14

Spess.= **15.0** cm Axxinf= -- Axxsup= -- Ayyinf= -- Ayysup= **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 **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), Frequenti (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/cm² fyk: **4580.0** kg/cm² 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	kg/cm ²	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:

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

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

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**
 Elemt.: **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	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:

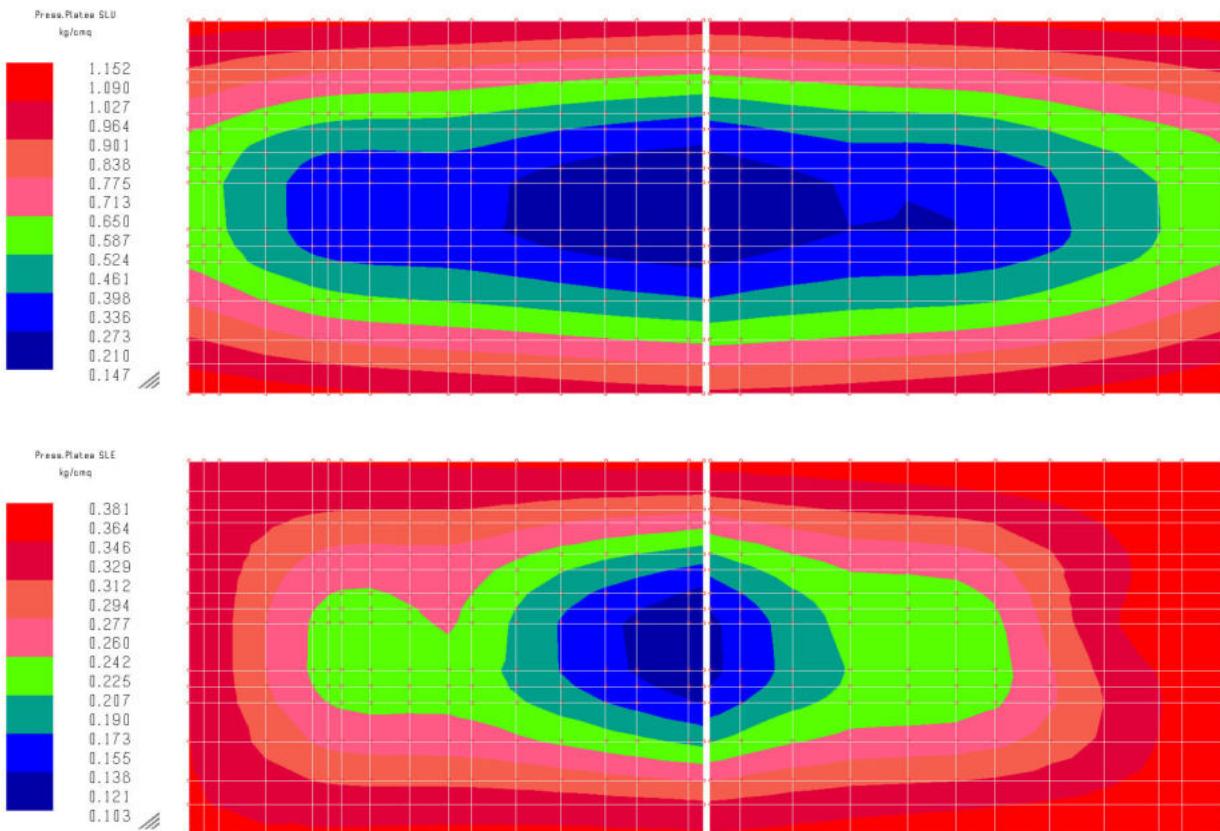
$$CC_4(\text{frequente}) \text{ max} = W 0.00 \text{ mm} << W_2 = 0.30 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

$$CC_5(\text{quasi permanente}) \text{ max} = W 0.00 \text{ mm} << W_1 = 0.20 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

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 kg/cm²

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) 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 precondizionato.

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.

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 autodia-gностica. 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 delle 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 manutenativi o di aggiornamento.

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luciano Migliorini".

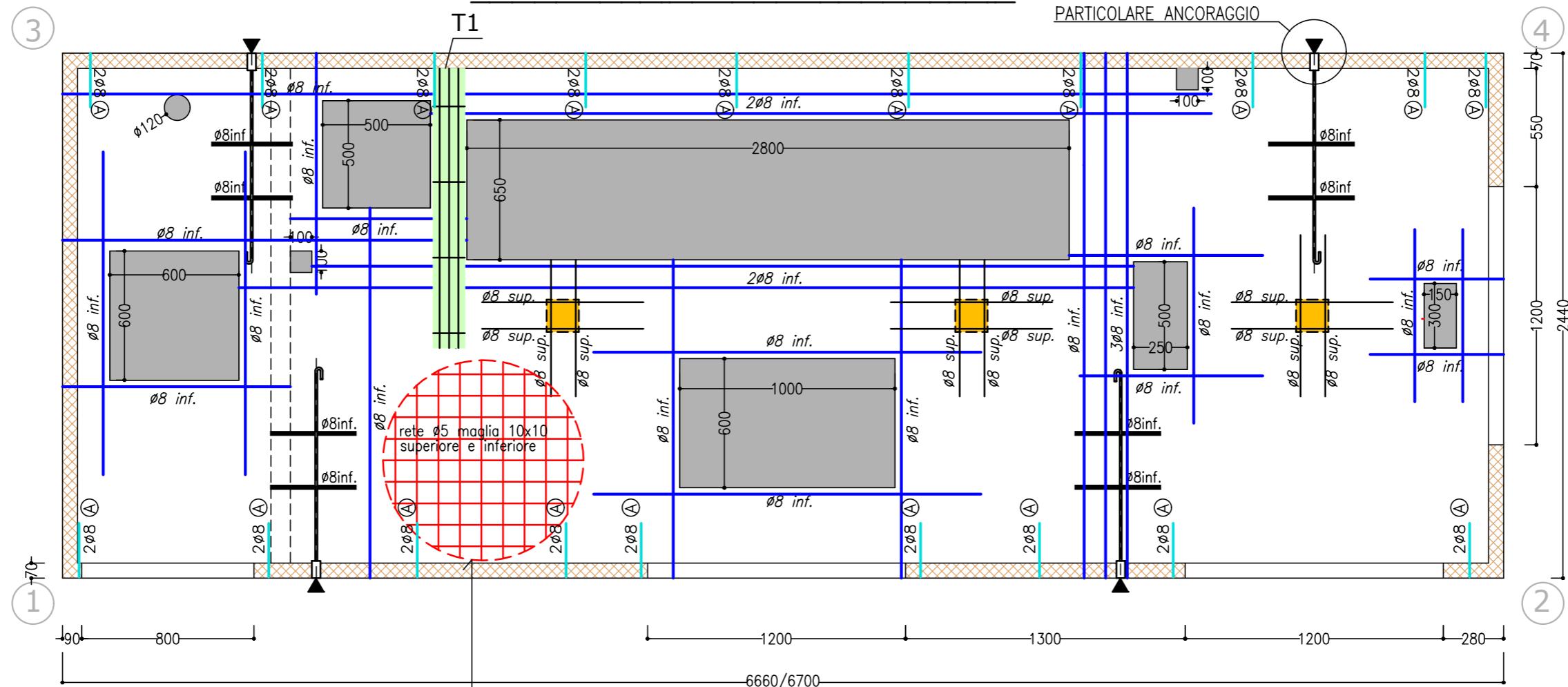
7.6 PIANO di MANUTENZIONE dell'OPERA IN C.A.

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

Opera Prefabbricata	Modalità di Manutenzione	Periodicità
Parte strutturale dell'opera		
SCATOLARE PREFABBRICATO in c.a.	<p>Ispezionare il manufatto prefabbricato BDM2_70p -R1- e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ eventuali fenomeni di deterioramento e di degrado dei materiali con particolare attenzione alle solette di copertura ed alle pareti strutturali in c.a. ▪ eventuali fenomeni di dissesto delle strutture (lesioni, fessure, distacchi, sedimenti differenziali ecc.) ▪ lo stato di conservazione dei copriferrri 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. ▪ 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; ▪ lo stato dei vincoli e delle unioni tra la soletta di copertura ed il fusto come descritto nella Tav. n°4. 	Cadenza annuale
ANCORE di sollevamento	<p>Ispezionare accuratamente le ANCORE di sollevamento e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ eventuali fenomeni di eccessiva ossidazione delle boccole di acciaio; ▪ 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; ▪ 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). ▪ 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. 	Cadenza annuale
GUAINE di copertura	<p>Ispezionare le Guaine Elastomeriche di copertura e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ eventuali accumuli di detriti e polveri di deposito che non permettono il corretto deflusso dell'acqua piovana sulla copertura verso il perimetro esterno; ▪ lo stato di degrado delle guaine di copertura con verifica delle azioni negative atmosferiche sulle stesse; ▪ l'assenza di crepe che potrebbero permettere infiltrazioni nelle strutture in c.a. ed effettuare eventuali ripristini delle guaine elastomeriche. 	Cadenza annuale
FONDAZIONE	Ispezionare accuratamente la FONDAZIONE e controllare:	Cadenza triennale

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ lo stato della vasca di fondazione al perimetro esterno e rilevare eventuali presenze di fessure o crepe nel cls; ▪ 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; ▪ lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disaggreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali; ▪ 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. ▪ dovrà inoltre essere accertato lo stato di conservazione delle ancore di sollevamento di questo prefabbricato come indicato al punto precedente. ▪ sotto soletta di calpestio, controllare accuratamente l'efficacia e la messa in forza dei pilastrini di appoggio visionando gli stessi dalle consuete forometrie o cunicoli presenti nella soletta di calpestio. 	
--	---	--

FONDO CABINA CON FOROMETRIE



armature soletta di fondo cabina
rete Ø5 maglia 10x10 superiore e inferiore
riplegata 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
(anca inserita tra la rete
sup. ed inf. della soletta)

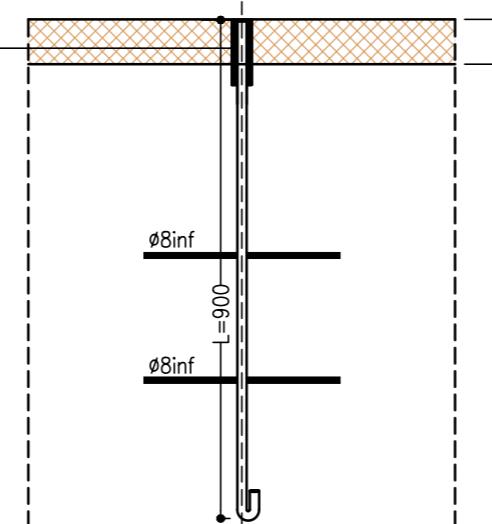
pilastrini intradossali tra soletta calpestio e
vasca di fondazione messi opportunamente
in forza

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

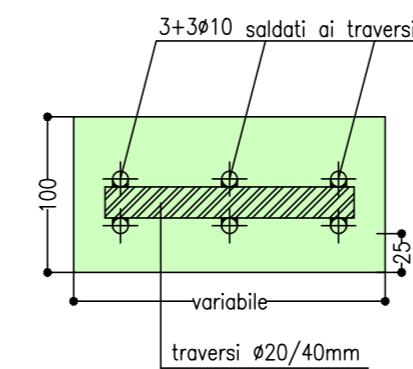
N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta
di fondo è obbligatorio l'uso di anello di
inversione del tiro

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETROSALDATA	= 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)



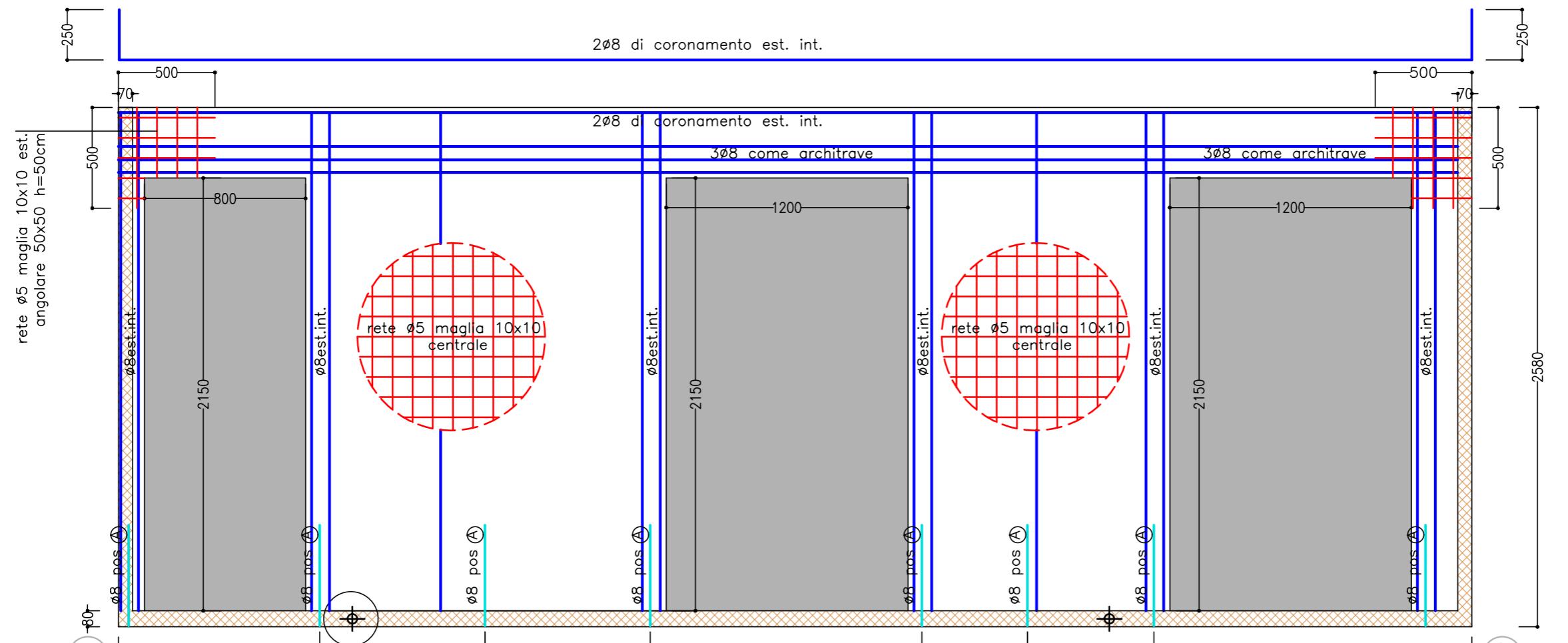
travetta T1 tra forometrie



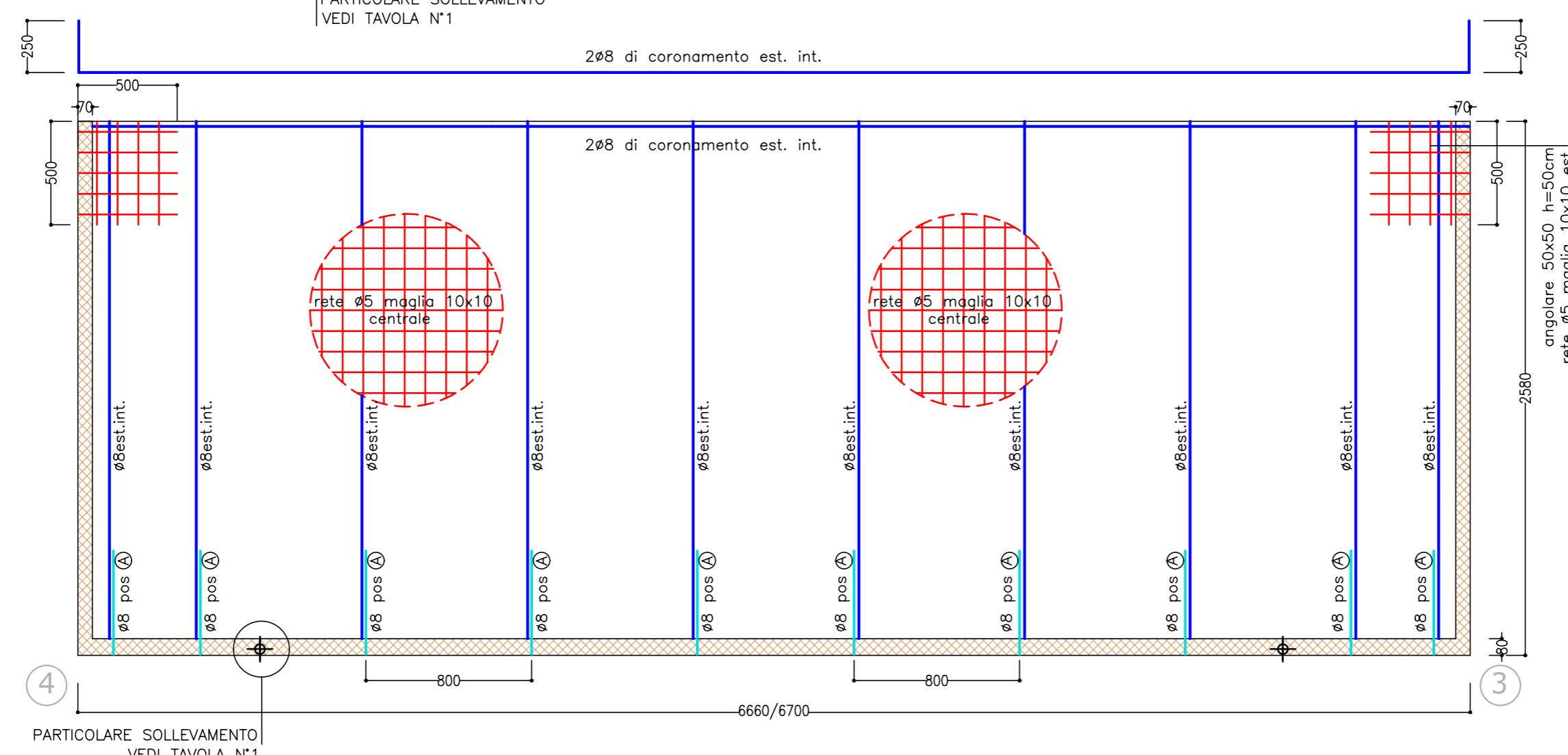
	Data	Nome	FILE: Tavola 1	SCALA: 1: 25
disegnato	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 670	

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



PARTICOLARE SOLLEVAMENTO
VEDI TAVOLA N°1

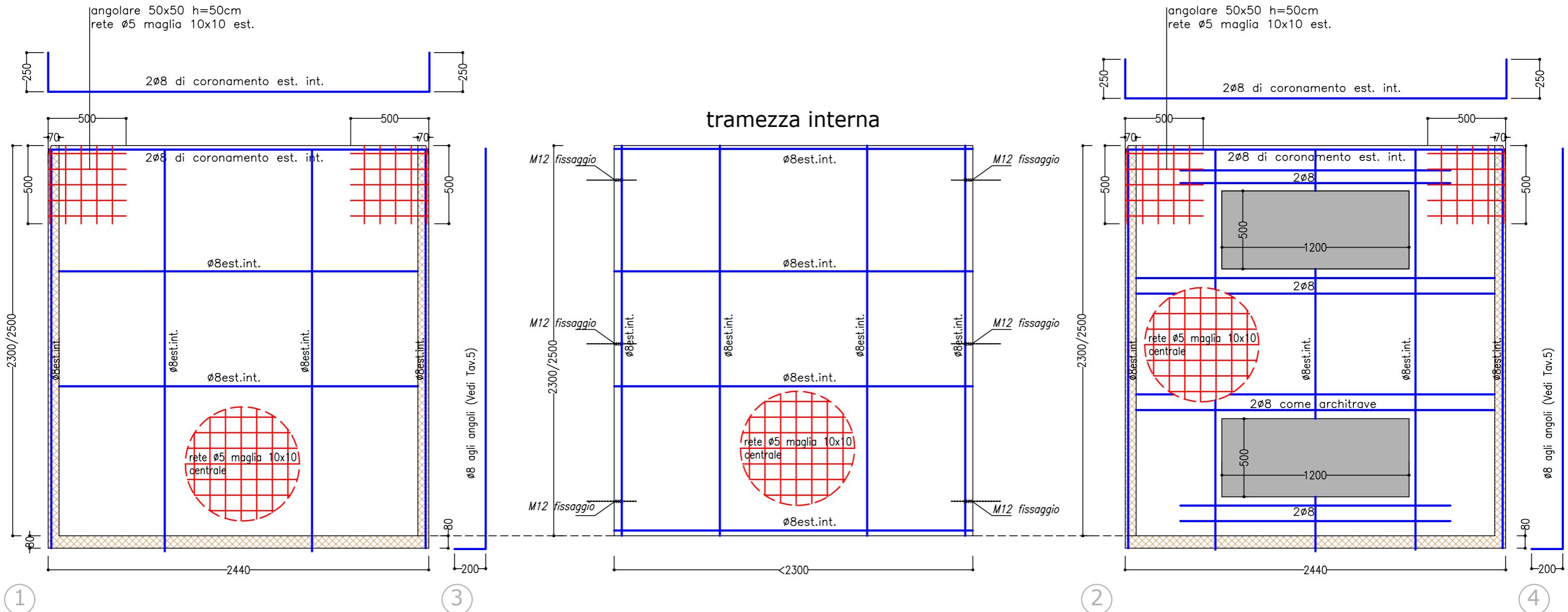


PARTICOLARE SOLLEVAMENTO
VEDI TAVOLA I

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

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

disegnato	Data Gennaio 2004	Nome revisione2	FILE: Tavola 2 CABINA TIPO: BDM2-R1 VERSIONE: BOX 670	SCALA: 1:25
framar — TMT S.r.l.				TAVOLA 2
<p>25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 039/9636104-963362 - Fax 036/9637106</p>				

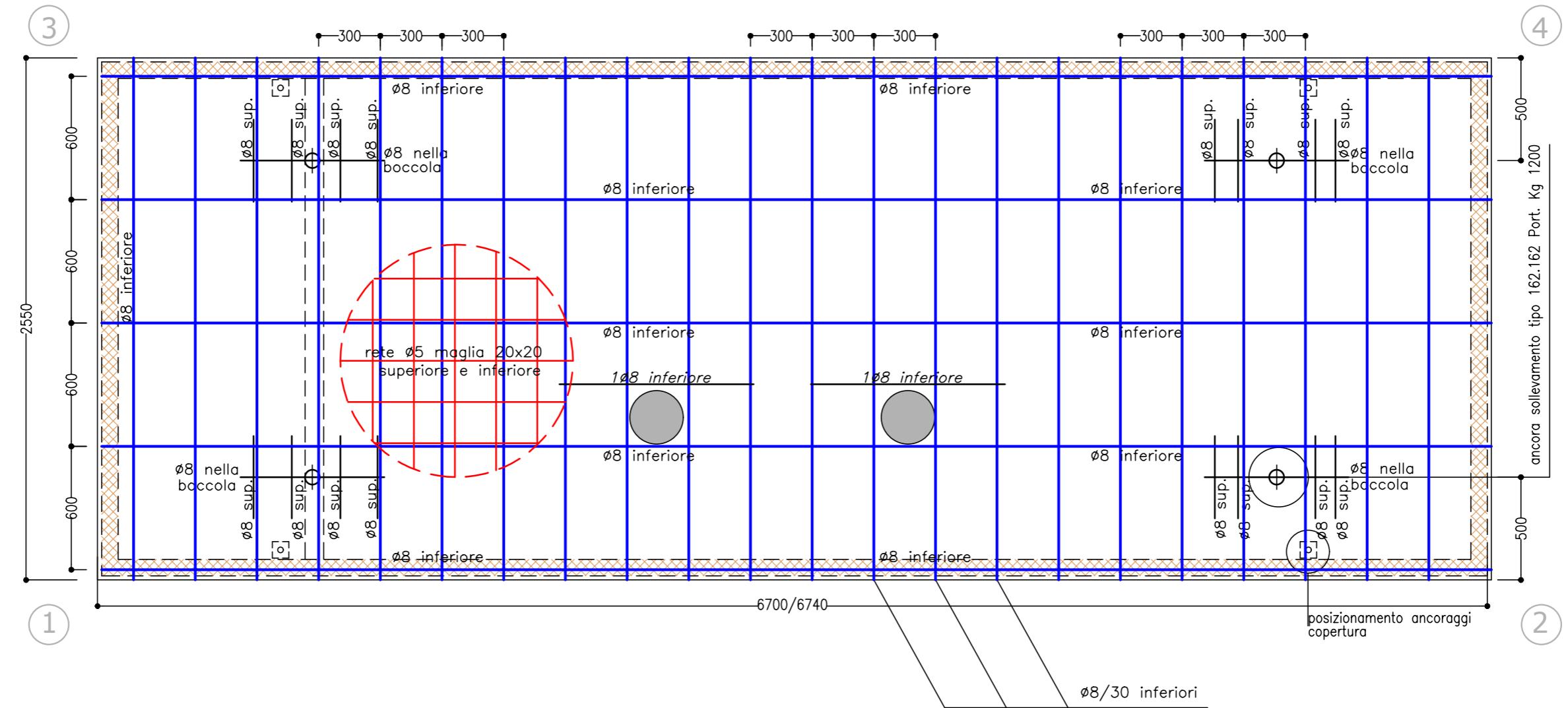


N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

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

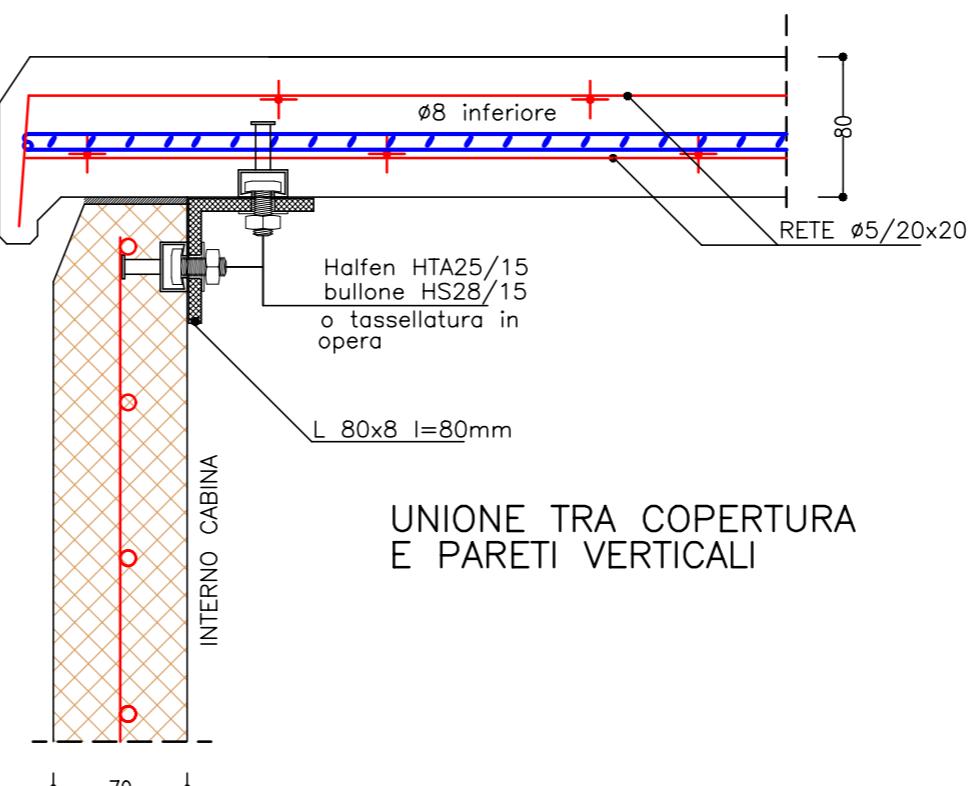
	Data	Nome	FILE: Tavola 3	SCALA: 1:25
disegnato	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 670	
►framar - TMT s.r.l				TAVOLA 3
25010 PONTE S. MARCO (Brescia) via Commercio, 2 (S.S.11) Tel. 030/9636104-963362 Fax 030/9637106				3

TIPOLOGIA DELLA COPERTURA



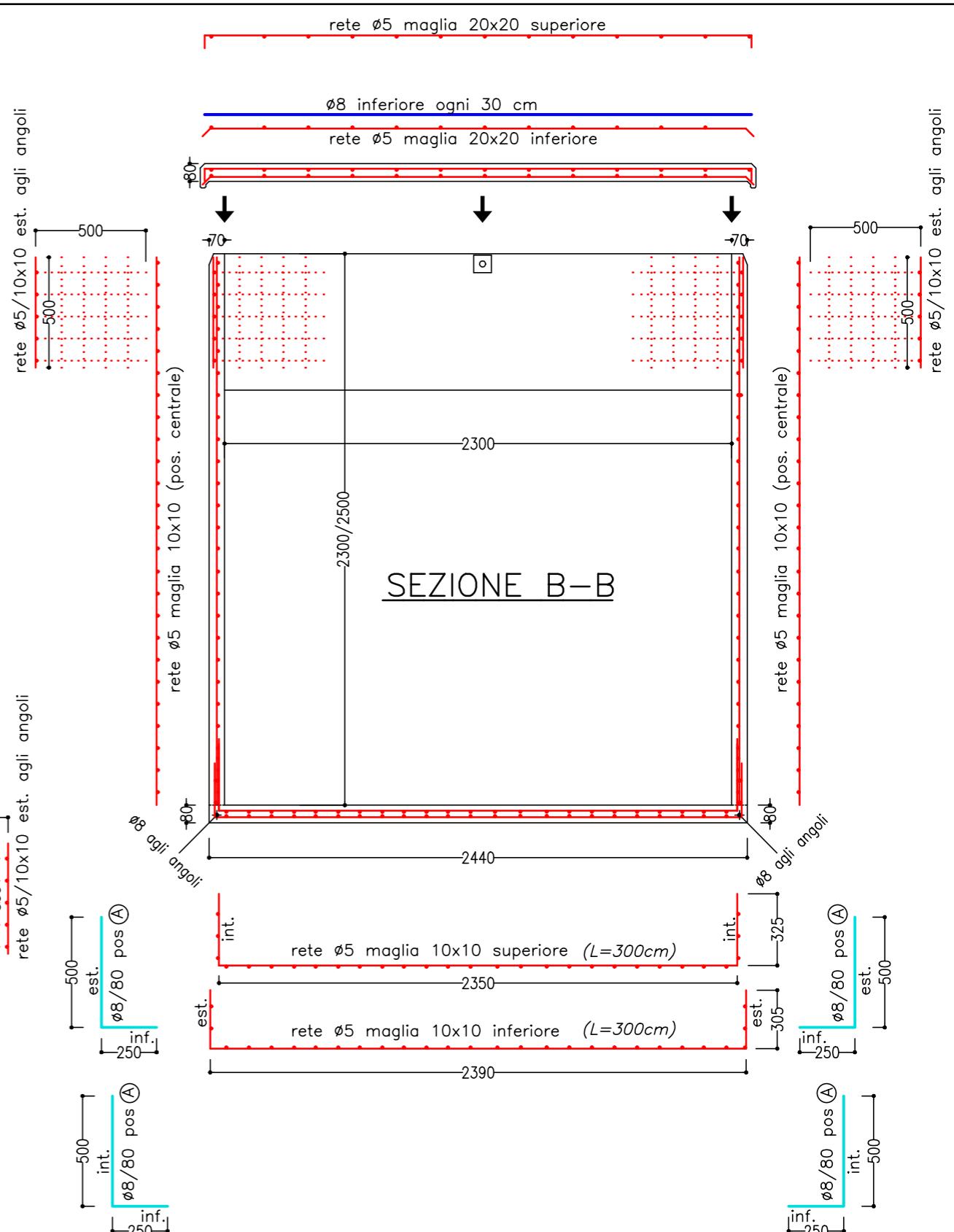
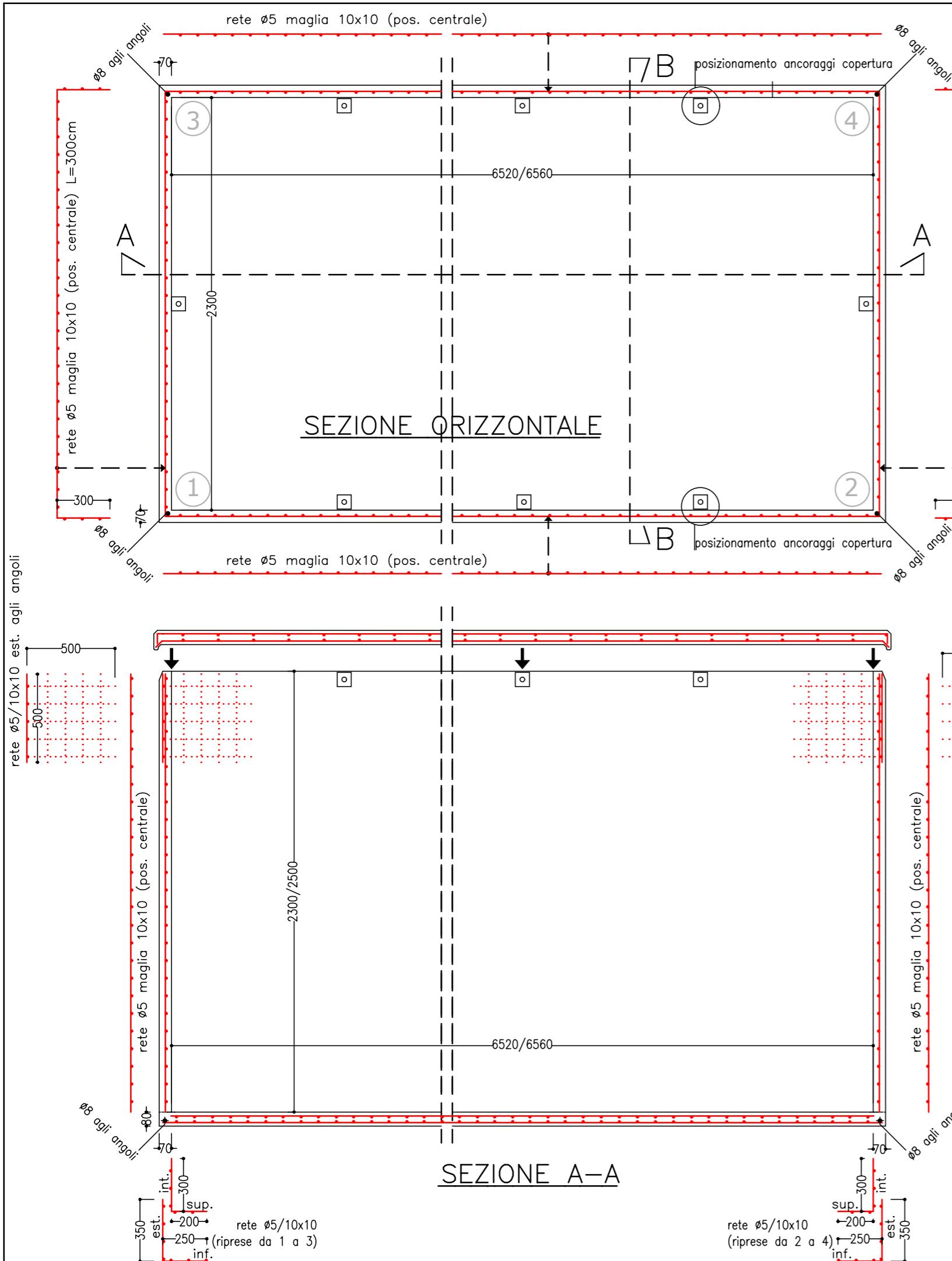
N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

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	Gennaio 2024		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 670	

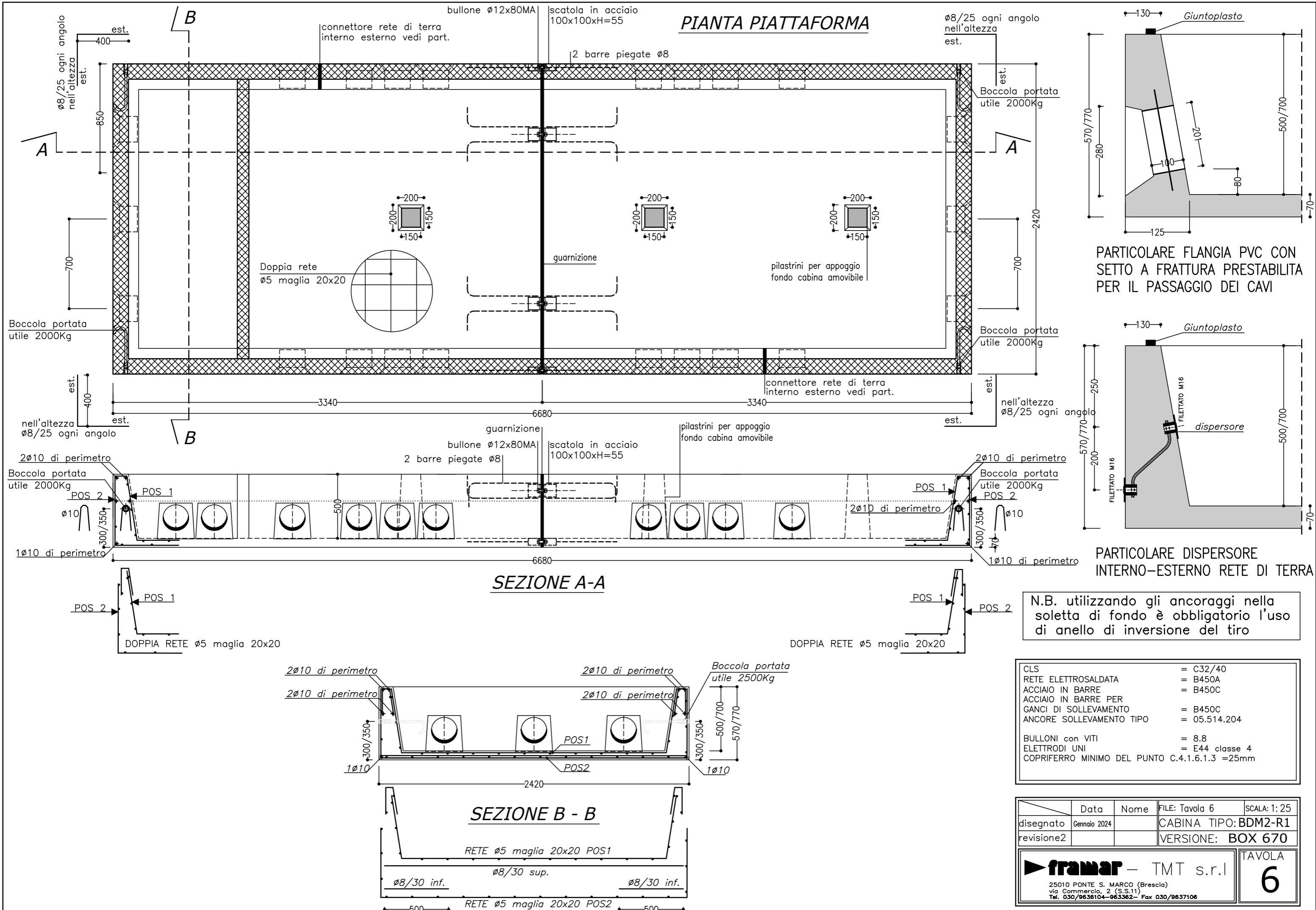


N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

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	

PIANTA PIATTAFORMA



FRAMAR-TMT S.r.l.

50060 SAN GODENZO (Firenze)

STRUTTURA PREFABBRICATA

Box BDM2_70p - "R1"

D.M. 17/01/2018
750 x 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.

IL DIRIGENTE III DIVISIONE

Ing. Marco PANECALDO

Roma, 5 luglio 2023

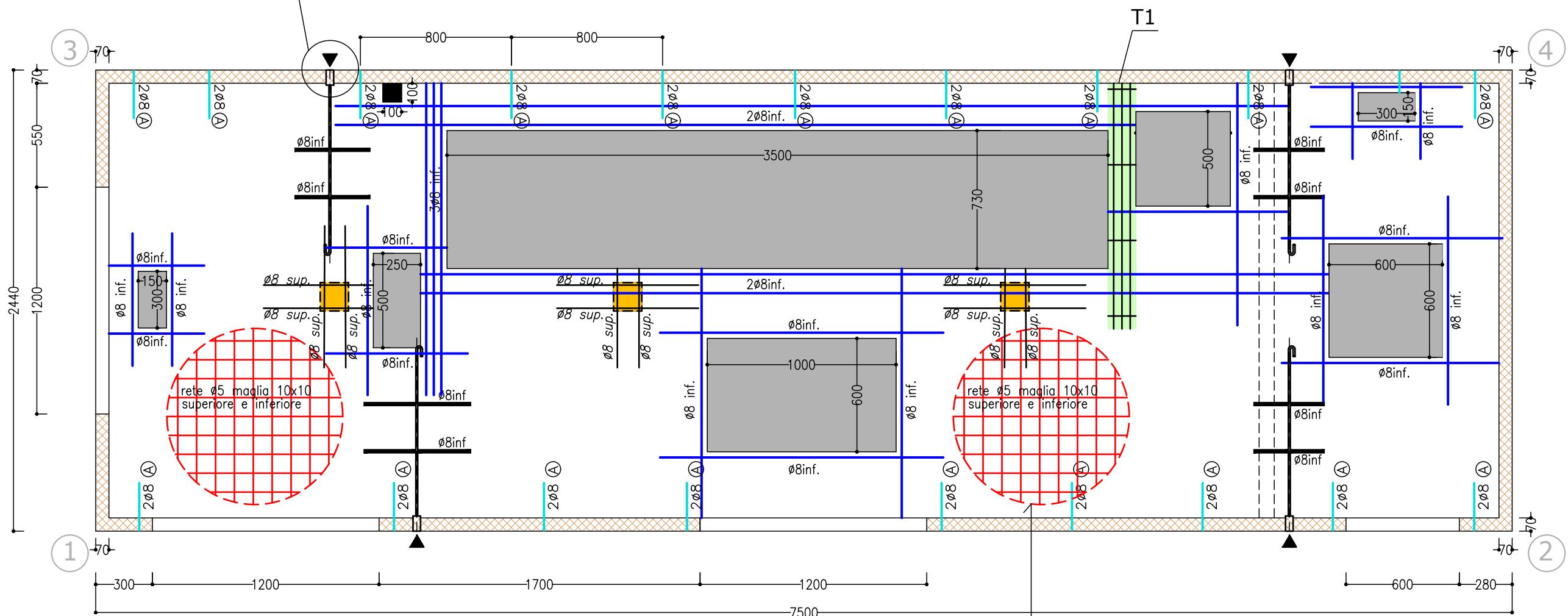
VIA NOMENTANA 2 – 00161 ROMA

TEL. 06.4412.2367

cslp.mit.gov.it

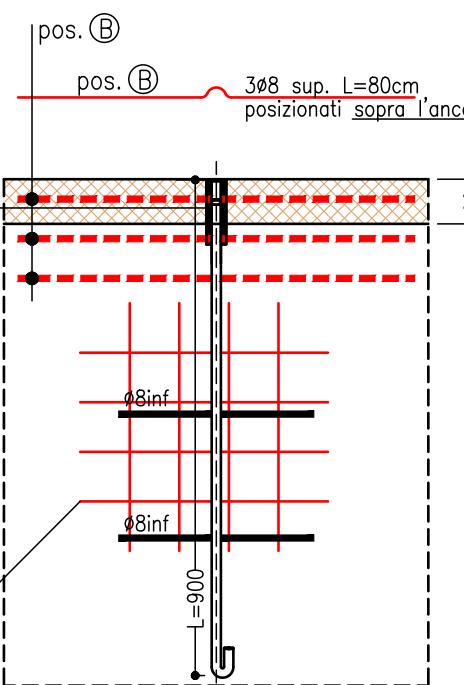
PARTICOLARE ANCORE PER SOLLEVAMENTO

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)



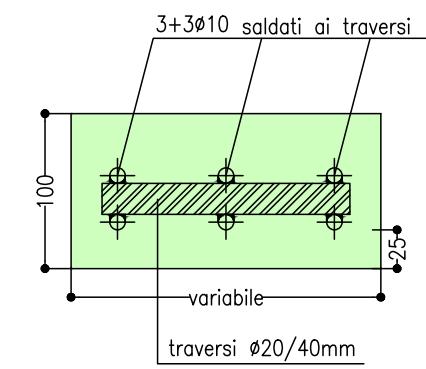
■ pilastri intradossali tra soletta calpestio e
vasca di fondazione messi opportunamente
in forza

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

CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRIDI 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



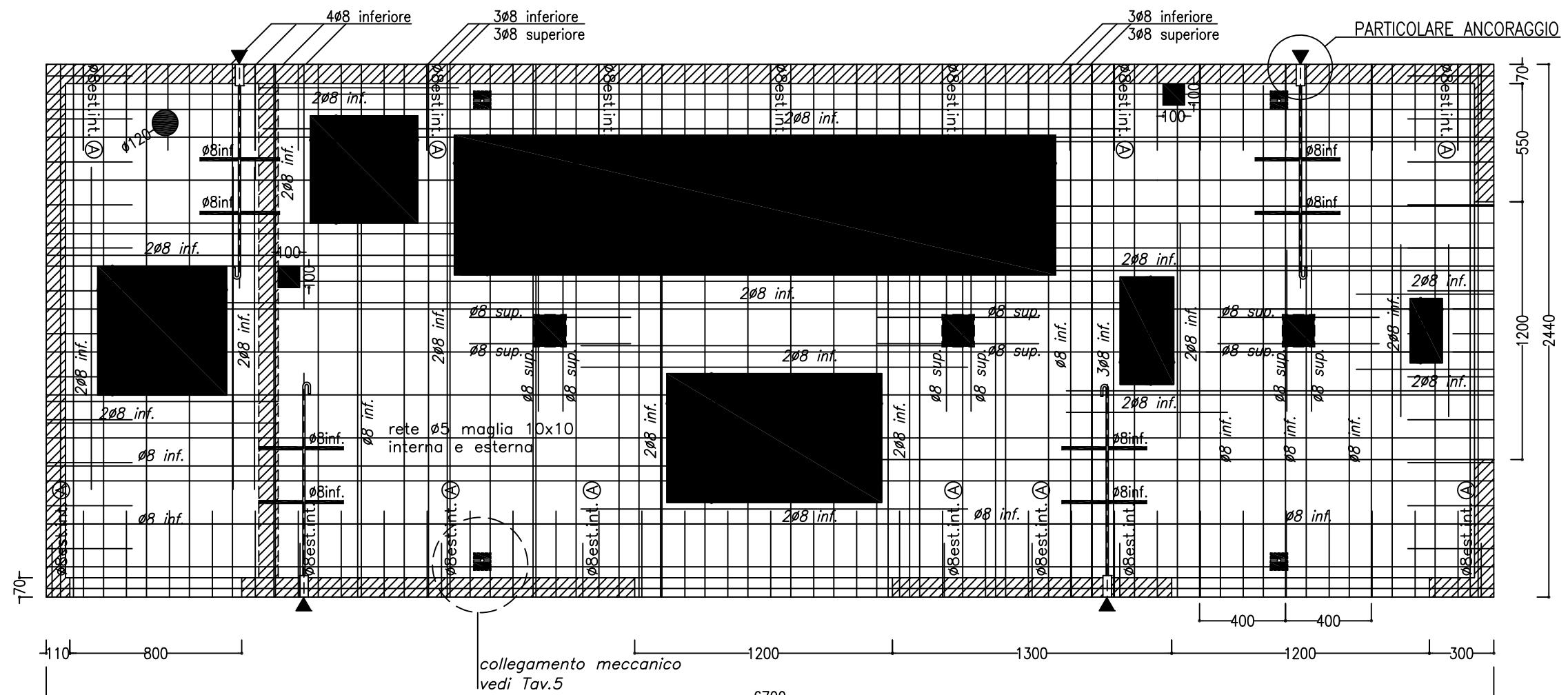
	Data	Nome	FILE: Tavola 1 SCALA: 1:25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: BDM2-R1
revisione2			VERSIONE: BOX 750

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

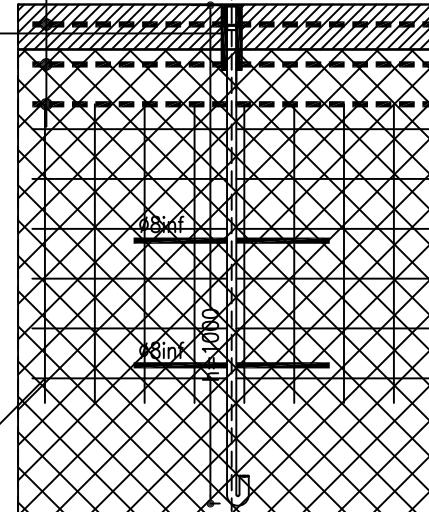
FONDO CABINA CON FOROMETRIE



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

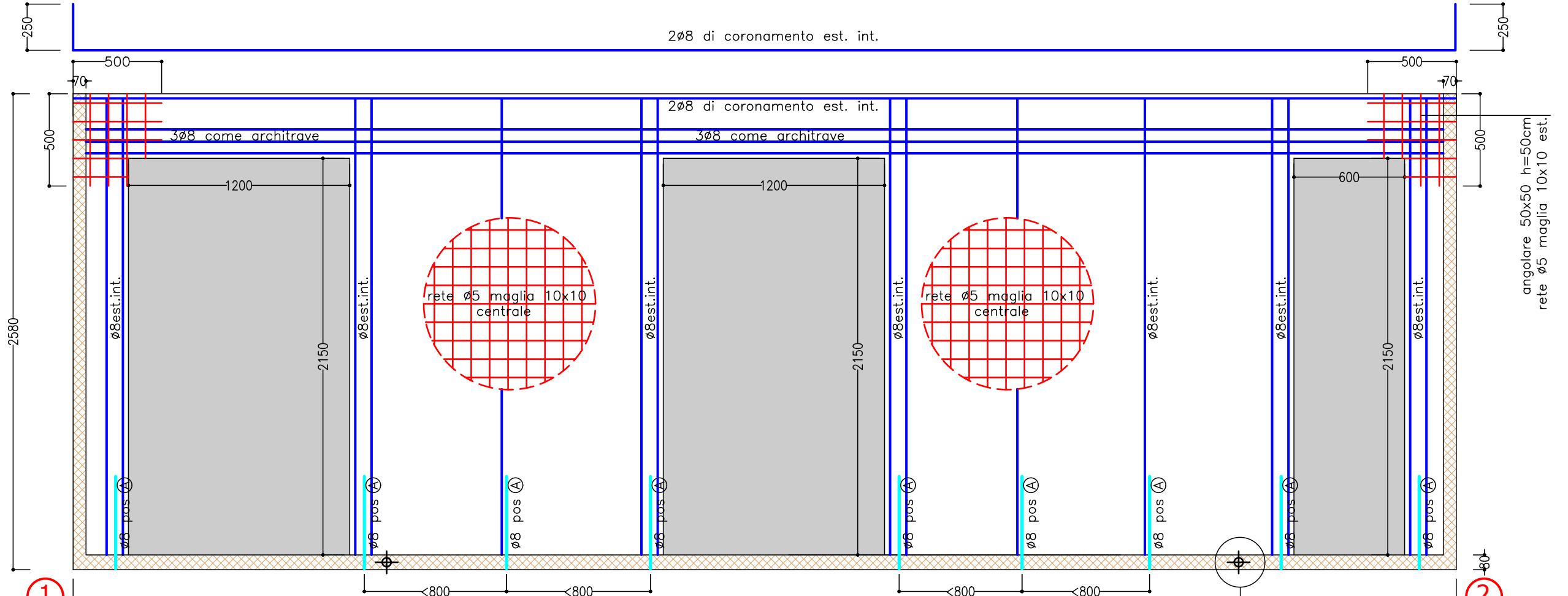
CLS DI AGGREGATO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO	C.4.1.6.1.3 =25mm

rete Ø5/10x10
inferiore
(n. 1)



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

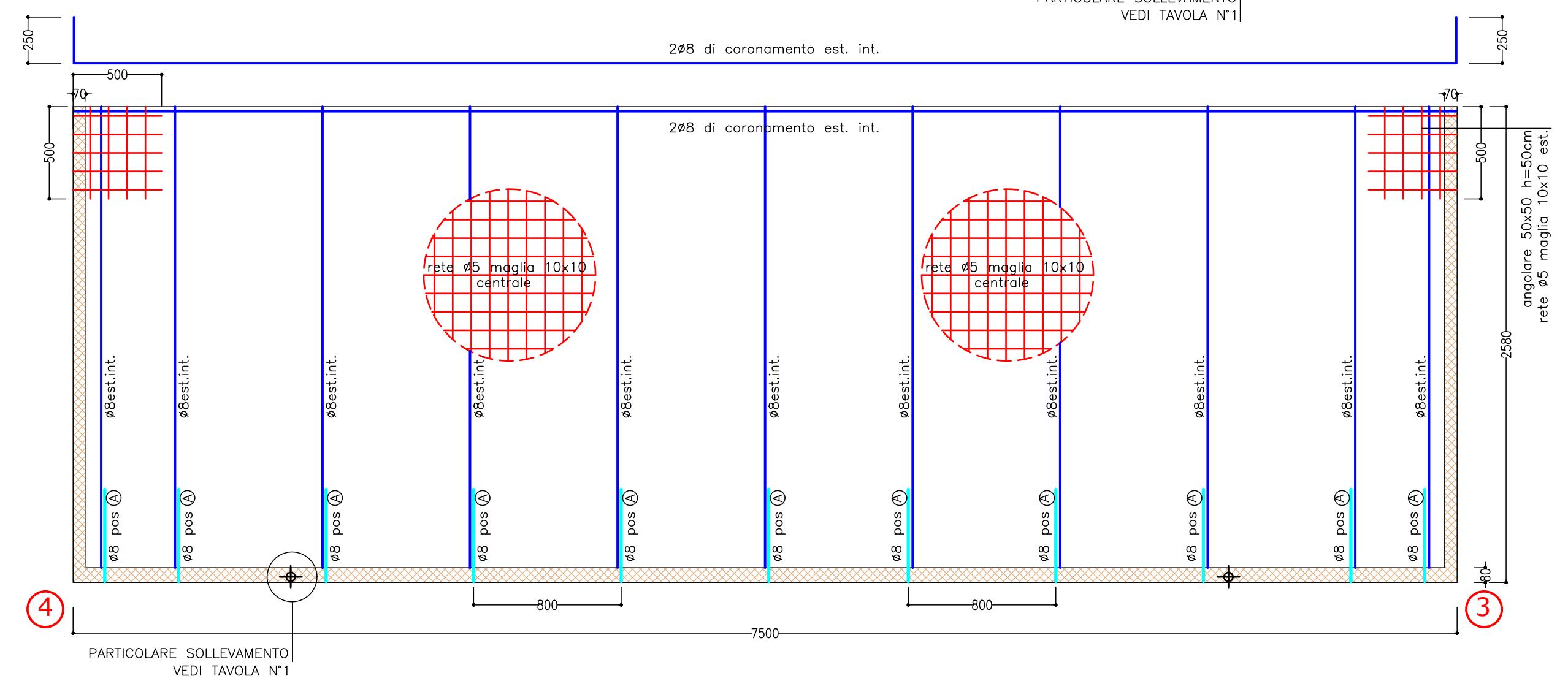
	Data	Nome	FILE:BDM2_674_tav.6	SCALA: 1:25
disegnato	Aprile 2018		CABINA: BDM2-R1-670	
revisione	Aprile 2022		VERSIONE: 9 ^a - sett./2021	



			FILE: Tavola 2	SCALA: 1:25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2				VERSIONE: BOX 750
			TAVOLA	2

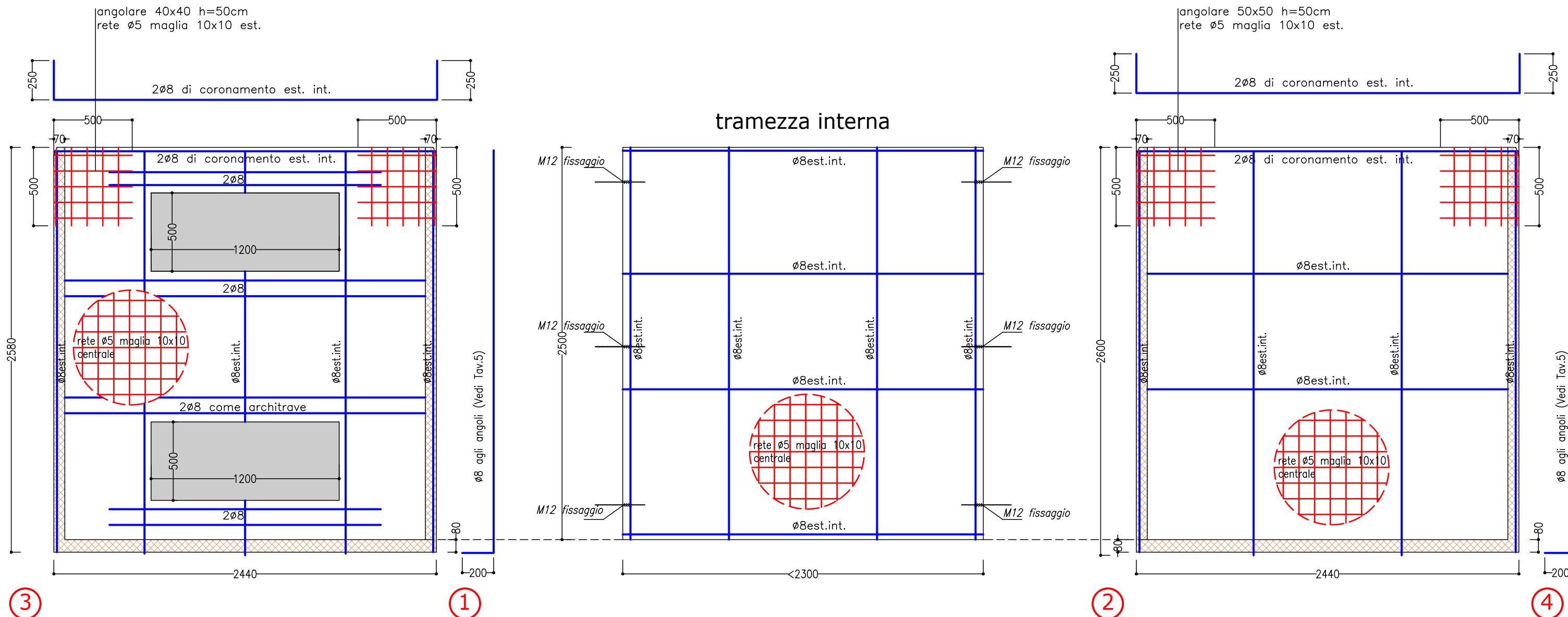
framar — TMT S.r.l.

25100 PONTE S. MARCO (BS) (Brescia)
via Comercio, 2 (SS11)
Tel. 030/9636104 - 063362106
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 ELETROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	
ANCORE DI SOLLEVAMENTO TIPO	
BULLONI con VITI	= 05,514,364
ELETRODI UNI	= 8,8 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C. 4.1.6.1.3	= E44 classe 4
	= 25mm

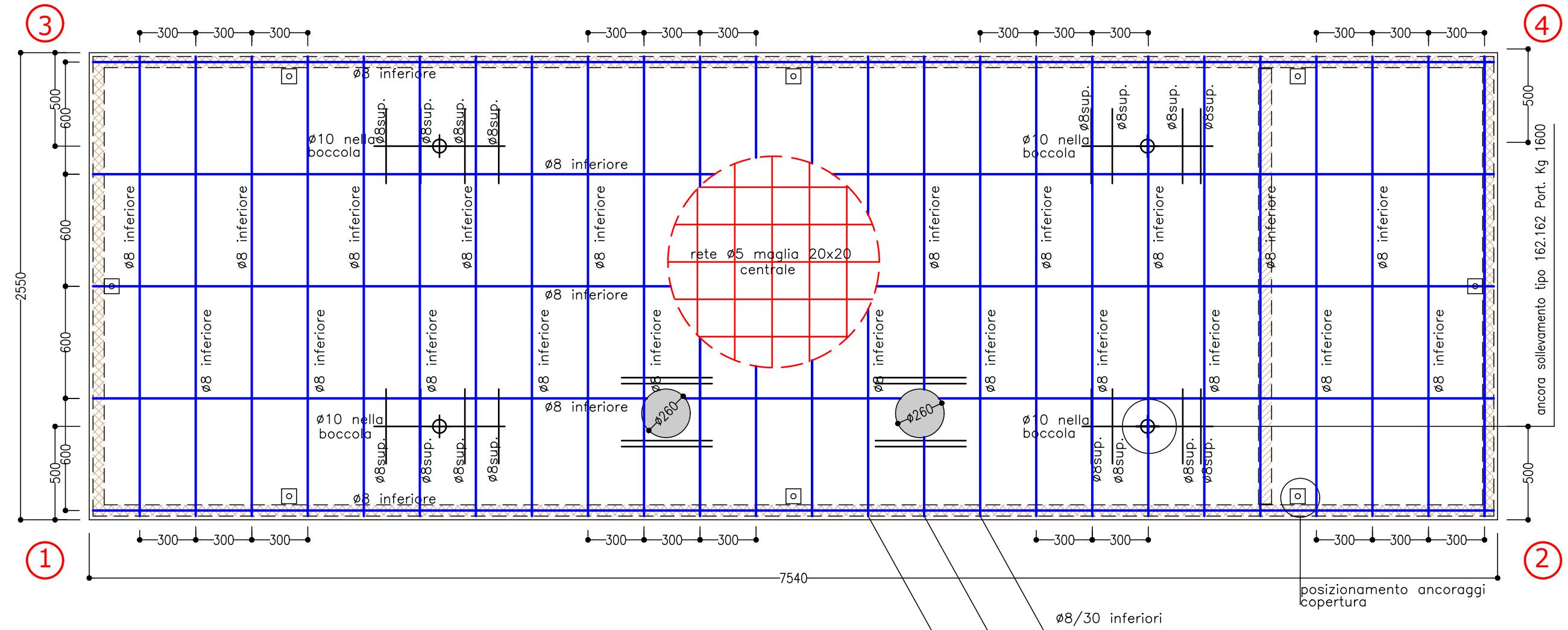


N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

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

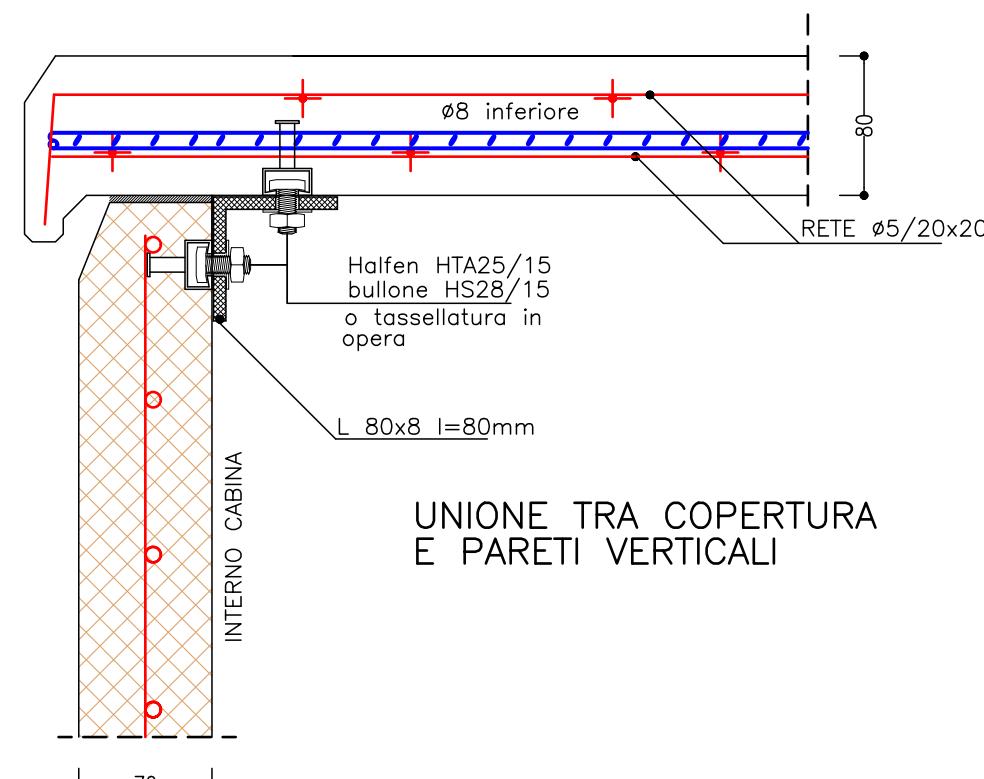
	Data	Nome	FILE: Tavola 3	SCALA: 1: 25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 750	

TIPOLOGIA DELLA COPERTURA



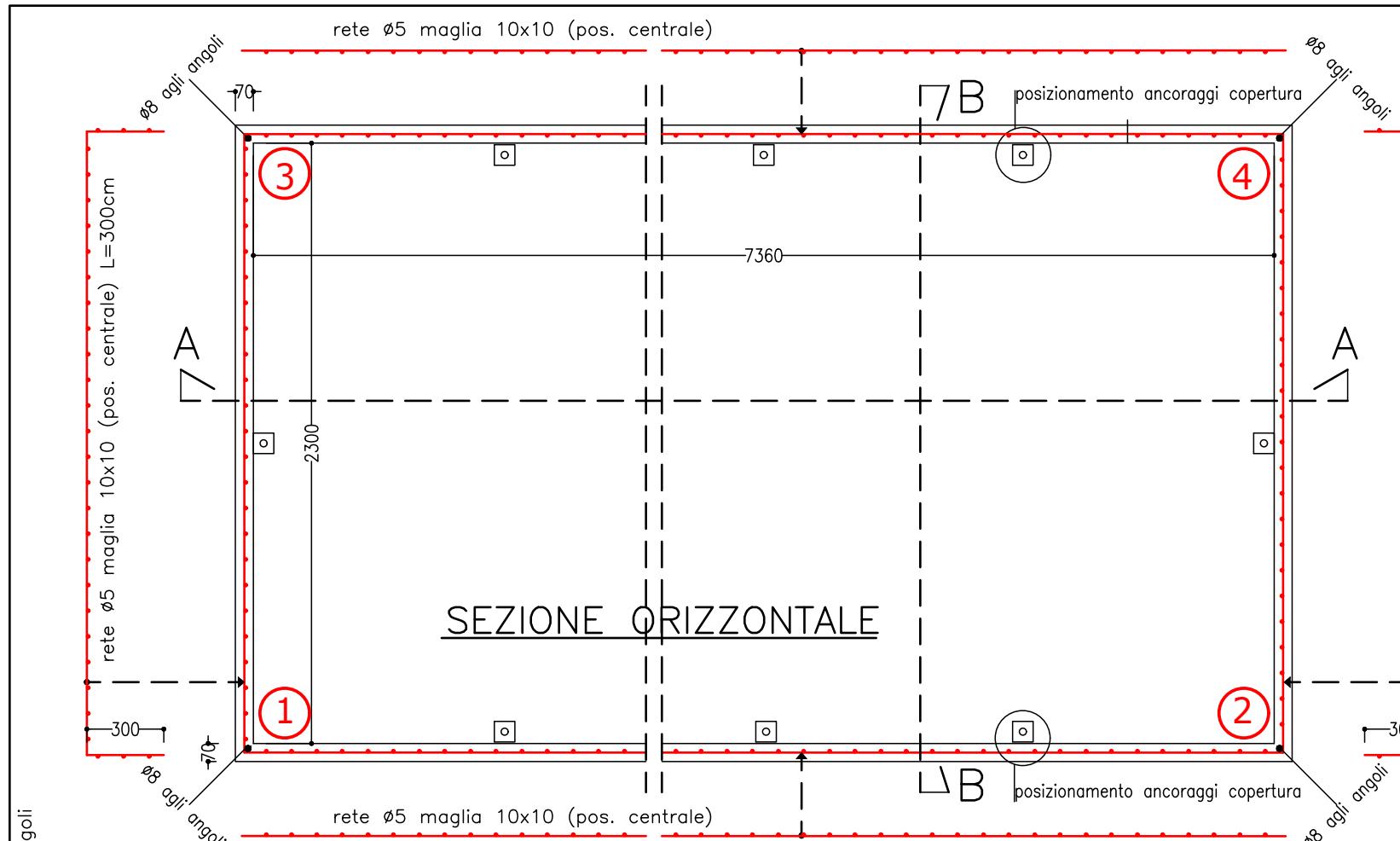
N.B: utilizzando gli ancoraggi nella soletta di fondo è obbligatorio l'uso di anello di inversione del tiro

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

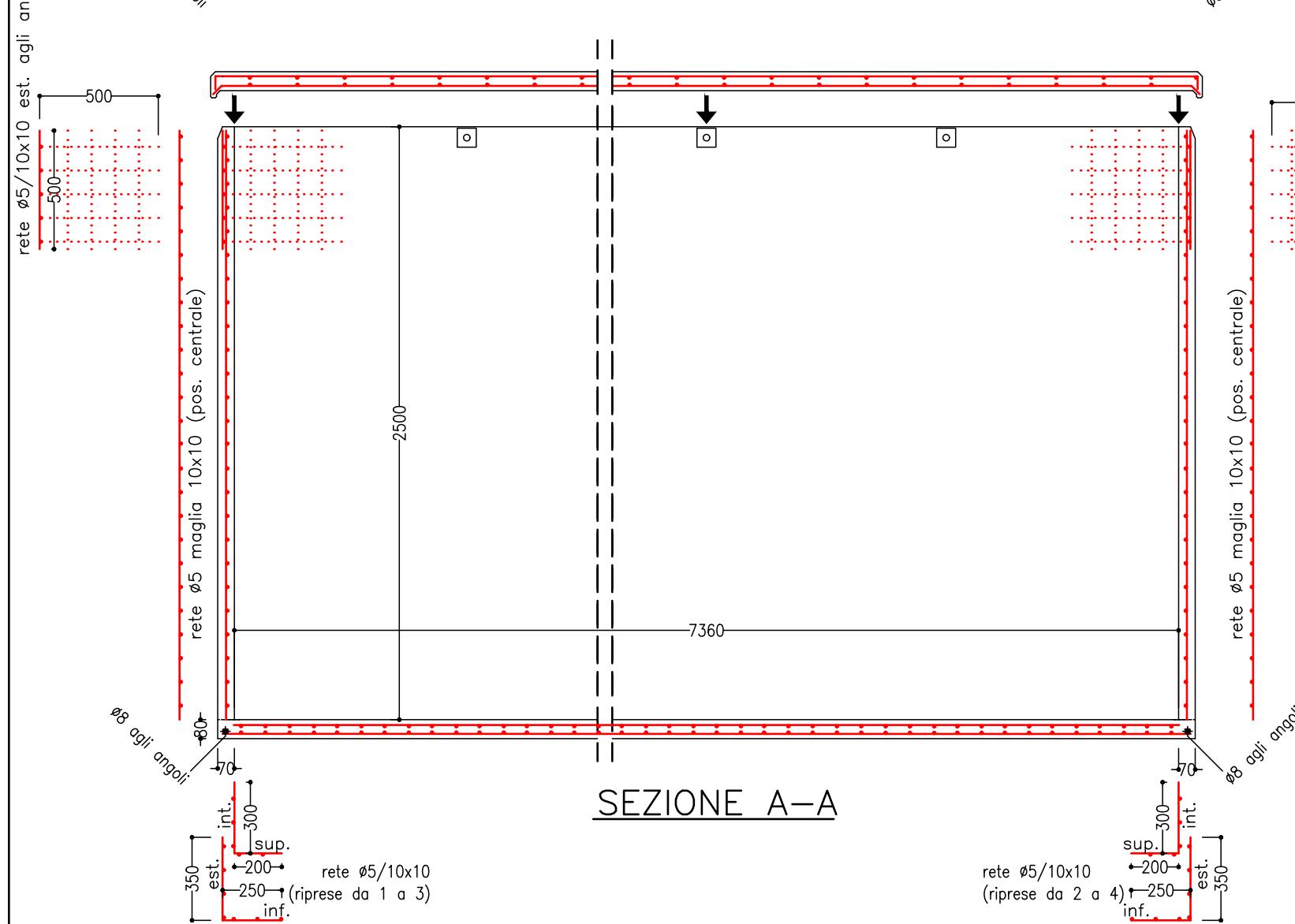


UNIONE TRA COPERTURA E PARETI VERTICALI

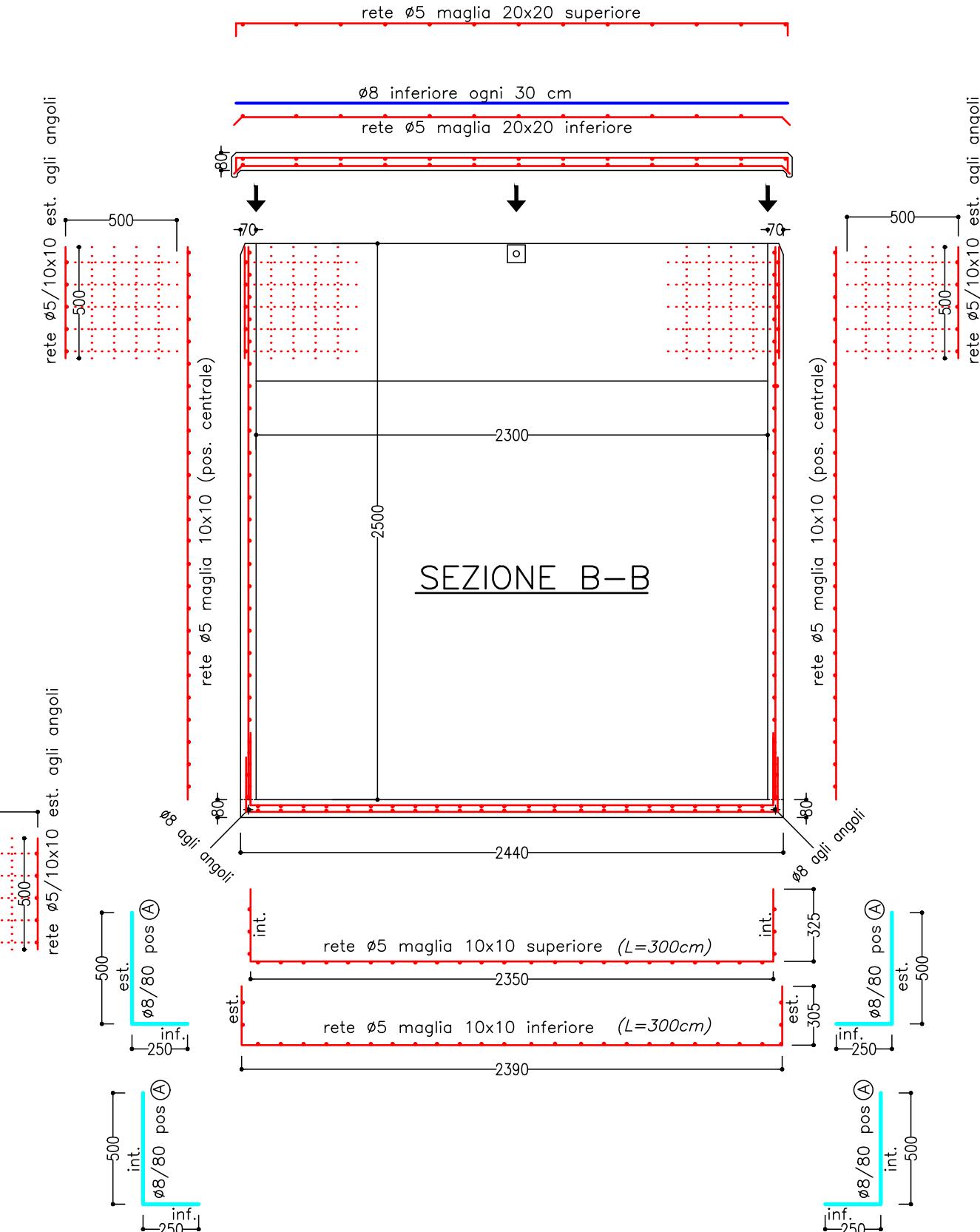
	Data	Nome	FILE: Tavola 4	SCALA: 1: 25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: BDM2-R1	
revisione2			VERSIONE: BOX 750	



SEZIONE ORIZZONTALE



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B

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

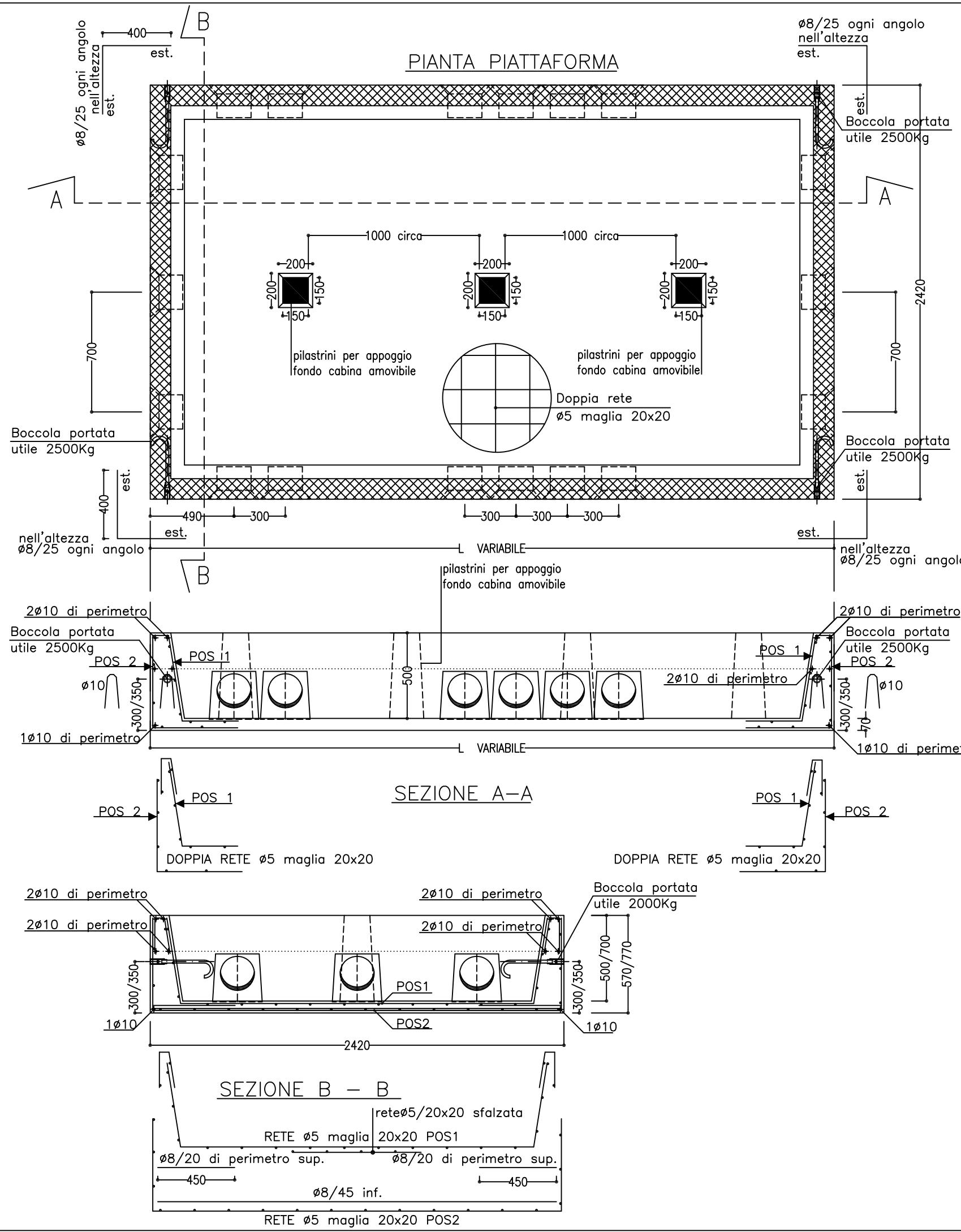
CLS DI AGGREGATO LEGGERO	= C32/40
RETE ELETROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	= B450C
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.364
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRIDI UNI	= E44 classe 4
COPRIFERRO MINIMO DEL PUNTO C.4.1.6.1.3	= 25mm

	Data	Nome	FILE: Tavola 5 SCALA: 1:25
disegnato	Luglio 2022		CABINA TIPO: BDM2-R1
revisione2			VERSIONE: BOX 750

framar - TMT s.r.l

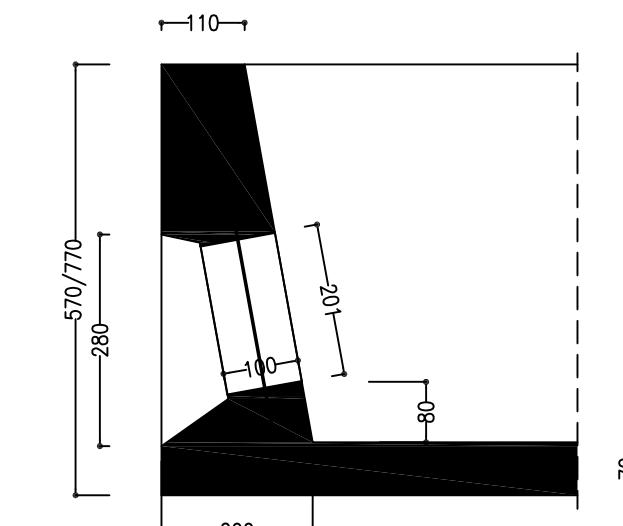
25010 PONTE S. MARCO (Brescia)
via Commercio, 2 (S.S.11)
Tel. 030/9636104-9633862 Fax 030/9637106

TAVOLA 5

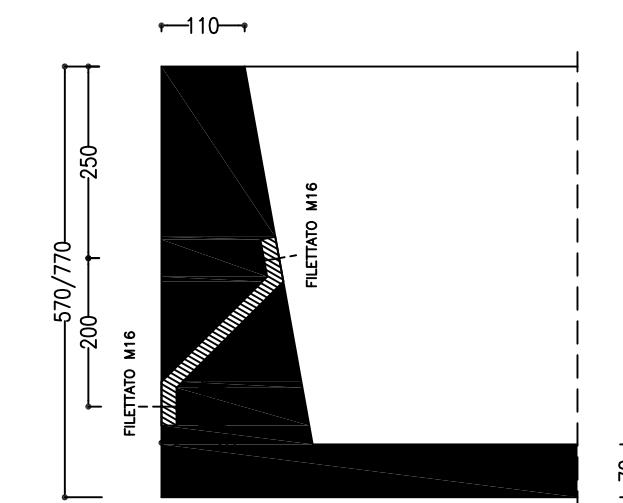


fondazione BDM2	L	B	PESO VASCA PER CLS C32/40	PORTATA UTILE PER ANCORAGGIO	ANCORAGGI PER VASCA
	1980	2420	2490 Kg	2500 Kg	N°4
	2480	2420	2890 Kg	2500 Kg	N°4
	2720	2420	3080 Kg	2500 Kg	N°4
	2980	2420	3290 Kg	2500 Kg	N°4
	3220	2420	3480 Kg	2500 Kg	N°4
	3480	2420	3690 Kg	2500 Kg	N°4
	3980	2420	4090 Kg	2500 Kg	N°4
	4480	2420	4490 Kg	2500 Kg	N°4
	4980	2420	4890 Kg	2500 Kg	N°4
	5220	2420	5080 Kg	2500 Kg	N°4
	5480	2420	5290 Kg	2500 Kg	N°4
	5680	2420	5510 Kg	2500 Kg	N°4
	5980	2420	5690 Kg	2500 Kg	N°4

CALCESTRUZZO	= C32/40
RETE ELETTROSALDATA	= B450A
ACCIAIO IN BARRE	= B450C
ACCIAIO IN BARRE PER	
GANCI DI SOLLEVAMENTO	= B450C
ANCORE SOLLEVAMENTO TIPO	= 05.514.244
BULLONI con VITI	= 8.8
ELETTRODI UNI	= E44 classe 4



PARTICOLARE FLANGIA PVC CON SETTO A FRATTURA PRESTABILITA PFR II PASSAGGIO DEI CAVI



PARTICOLARE CONNETTORE INTERNO-ESTERNO RETE DI TERRA

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 eletrosaldato 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 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:

$$q_{ud} = 1$$

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, sogrette queste, prevalentemente, ad azioni complanari.

Il fattore di comportamento adottato appare inoltre prudentiale 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 $a_s = 1000 \text{ m slm}$ (320 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 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 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 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 coprifero.

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 $754 \text{ cm} \times 248 \text{ cm} \times (250 \text{ cm} = H_i)$ 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 $750 \text{ cm} \times 244 \text{ cm} \times (250 \text{ cm} = H_i)$, 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 coprifero 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.

IL DIRIGENTE III DIVISIONE

Ing. Marco PANECALDO

Roma, 5 luglio 2023

VIA Nomentana 2 – 00161 ROMA

TEL. 06.4412.2367

csip.mur.gov.it

FRAMAR-TMT S.r.l.

50060 SAN GODENZO (Firenze)

STRUTTURA PREFABBRICATA

Box BDM2_70p - "R1"

D.M. 17/01/2018
750 x 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 ($t=8\text{cm}$ doppia armatura).....	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** ($750\text{ cm} \times 244\text{ cm}$) è essenzialmente costituito da una piccola costruzione, di forma parallelepipedo, 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 ricalea 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:

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 x 244 cm x 250 cm (= H_i), è da ritenersi valido anche per dimensioni di cabine MT/bi 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.I.L.P.P. 3/12/87

- Prima di provvedere al trasporto di ogni singolo manufatto che compone il prefabbricato framar - TMT BDM2_top -Ri- provvedere al corretto posizionamento ed ancoraggio dei singoli componenti sul mezzo di trasporto onde evitare effetti dinamici.
- È tassativamente **VIETATO** sollevare il prefabbricato BDM2_top -Ri- 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 cautelese 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.I.L.P.P.;
- 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).

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

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

$$\varepsilon_{yd} = 1,96 \%$$

$$\varepsilon_{ad} = 67,5 \%$$

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).

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

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

$$\varepsilon_{yd} = 1,96 \%$$

$$\varepsilon_{ad} = 22,5 \%$$

Acciaio tondo per c.a. idoneo a realizzare eventuali ganci ad occhiello per il sollevamento con resilienza KV ($^\circ\text{C}$) $\geq 3,5 \text{ kgm/cm}^2$ 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 f_{vb} = 649 N/mm² f_{tb} = 800 N/mm².

• CALCESTRUZZO

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

PARETI LATERALI e SOLETTI 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^3
2. Aggregato misto sabbia + ghiaia 0/12mm. GA 90 UNI EN 12620 dosata a 1750 kg/m^3
3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003 200 lt/m^3

Per un totale peso volumetrico cls armato pari 2400 kg/m^3 ed un $R_{ek} = 40 \text{ N/mm}^2$ (408 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.

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

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

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)

• 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 **Rek = 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.

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

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

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:

C

Aggressività:

Aggressive

Classe di esposizione EN 206-1:2006

XC4

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

C32/40

Ricoprimento minimo solette Tab A.2 EN13369-08

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 $750 \times 244 \times H268$ (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) : 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:

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

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

Nº 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) : 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:

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

Nº 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 = 3800 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:

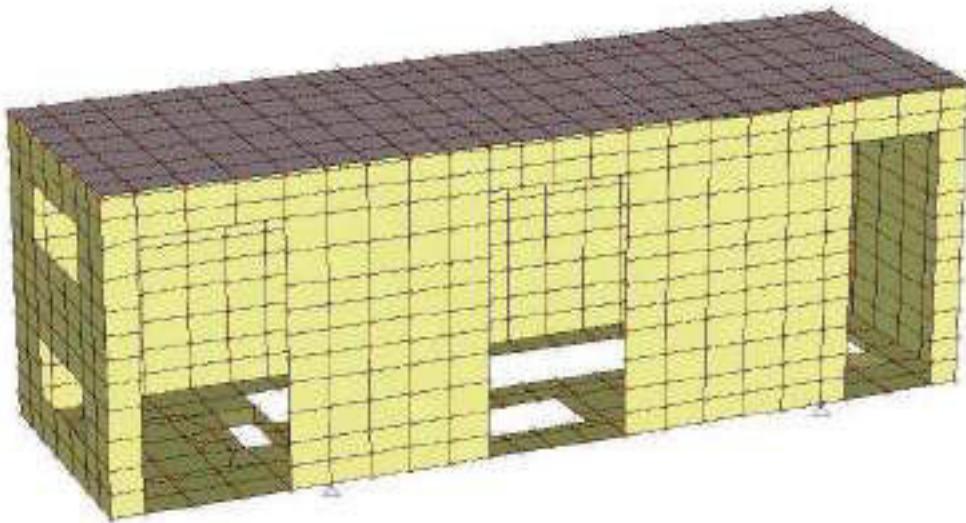
$$S(4) = 1501 \text{ kg / ancoraggio}$$

Nº4 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:

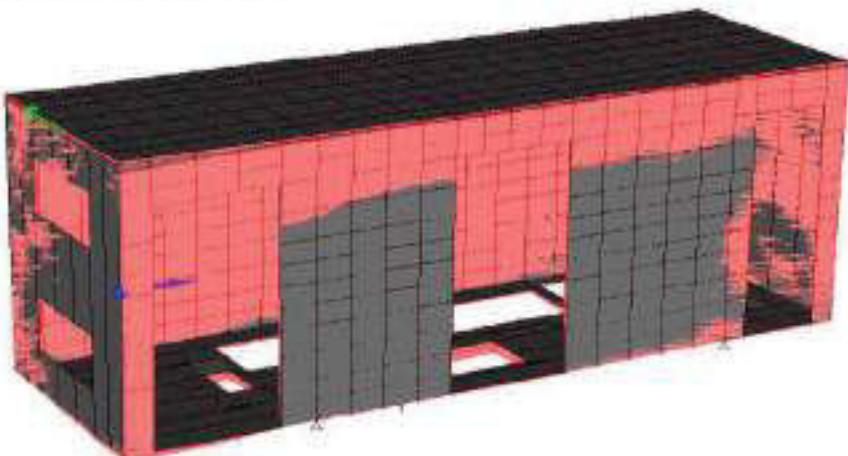


La cabina nella condizione di sollevamento è studiata, in questa fase, soggetta al peso proprio, amplificato dei coefficienti dinamici e di inversione "b" - "c" - "y" riportati al paragrafo precedente, e al carico delle limitate apparecchiature eletrotecniche già presenti al momento del sollevamento, stimato pari a circa 100 kg/m² sul fondo calpestio.

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

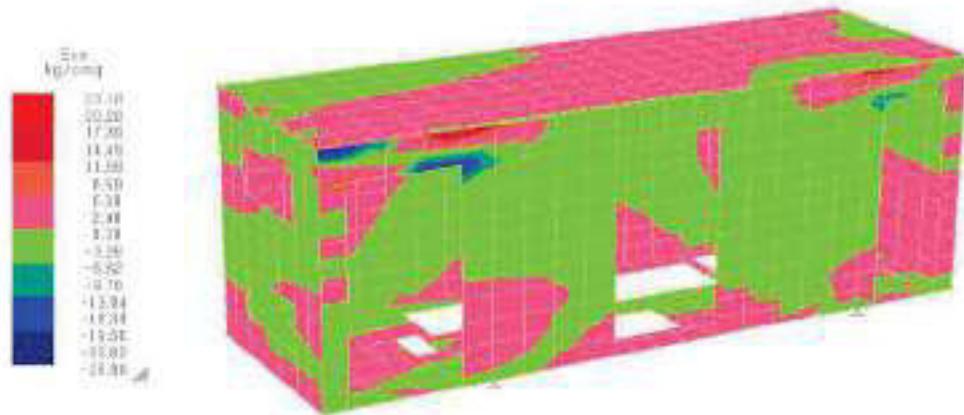
Si riportano di seguito la deformata e le sollecitazioni a cui è soggetto il prefabbricato durante la fase transitoria di sollevamento.

Deformata del prefabbricato al sollevamento

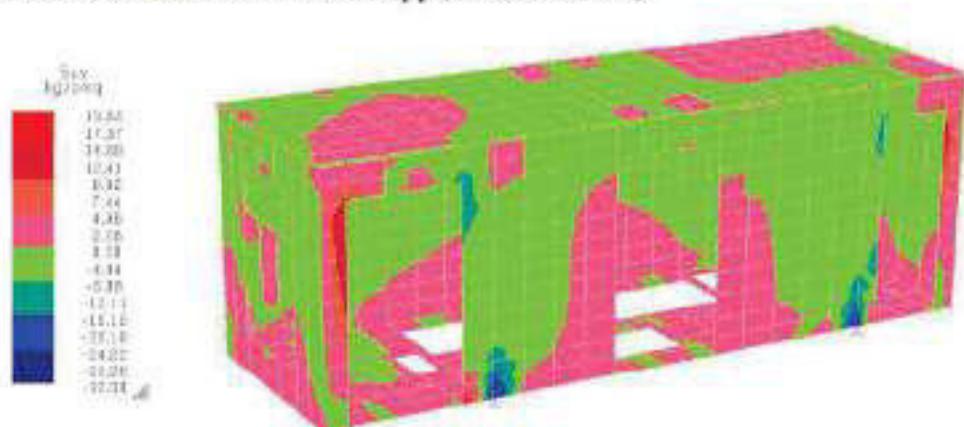


Abbassamento max. all'estremità = 0,17cm

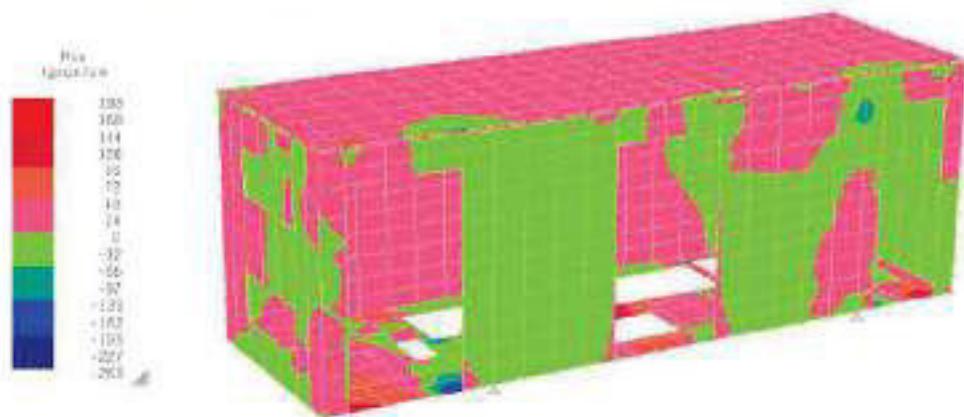
Ente sollecitante sforzo normale S_{xx} (al sollevamento)



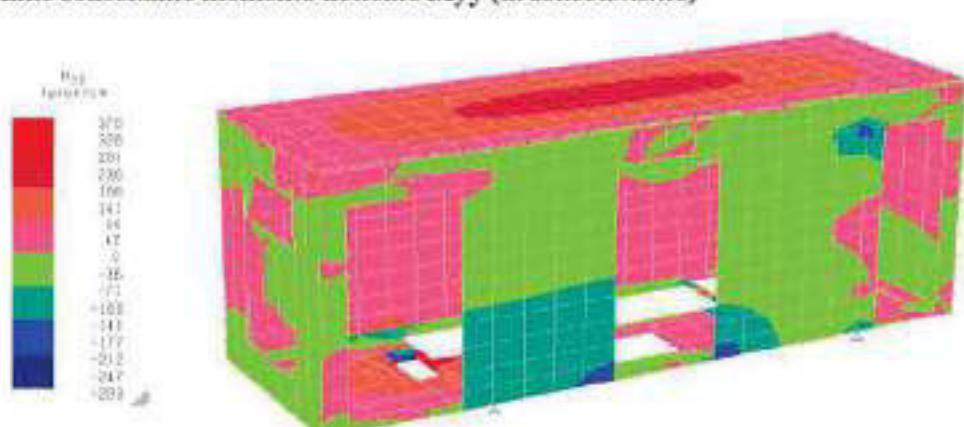
Ente sollecitante sforzo normale S_{yy} (al sollevamento)



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_i), attraverso ANALISI STATICHE 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 Vn ≥ 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 Vr della costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso Cu = 1, risulta:

periodo di riferimento = **Vr = 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 cm):	=	102 kg/m ²
Peso Proprio Permanente sovrastrutture di copertura:	=	20 kg/m ²
Carichi variabili sulla copertura Manutenzione (D.M. 17-1-18):	=	51 kg/m ²
Carichi Variabili sulla copertura Neve (DG2061 - 70p Ed.8):	=	327 kg/m ²
TOTALE CARICHI VERTICALI	=	590 kg/m² (5,79 kN/m²)

CARICO NEVE cap.3.4.2 DM 17.1.18 Zona I (alpina) a_s = 1000 m slm

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

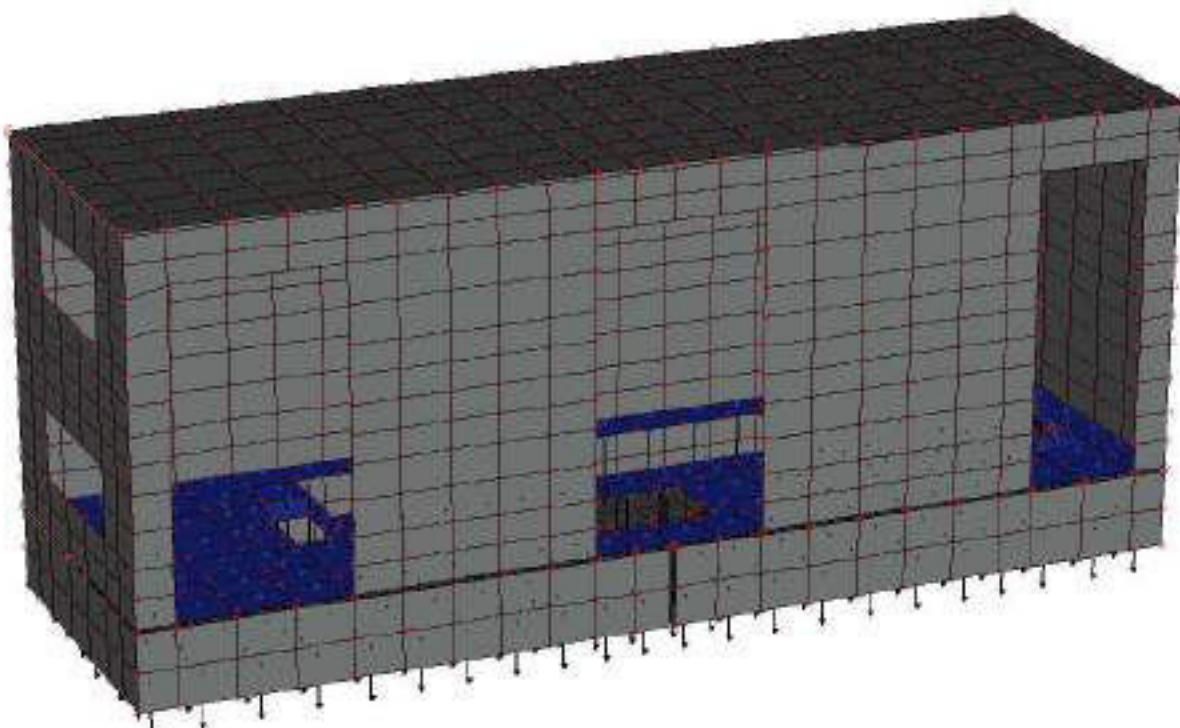
$$\mu_t = 0,8 \quad C_E = 1 \quad C_t = 1$$

$$q_p = q_{pk} \times \mu_t \times C_E \times C_t = 3,21 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 327 \text{ kg/m}^2$$

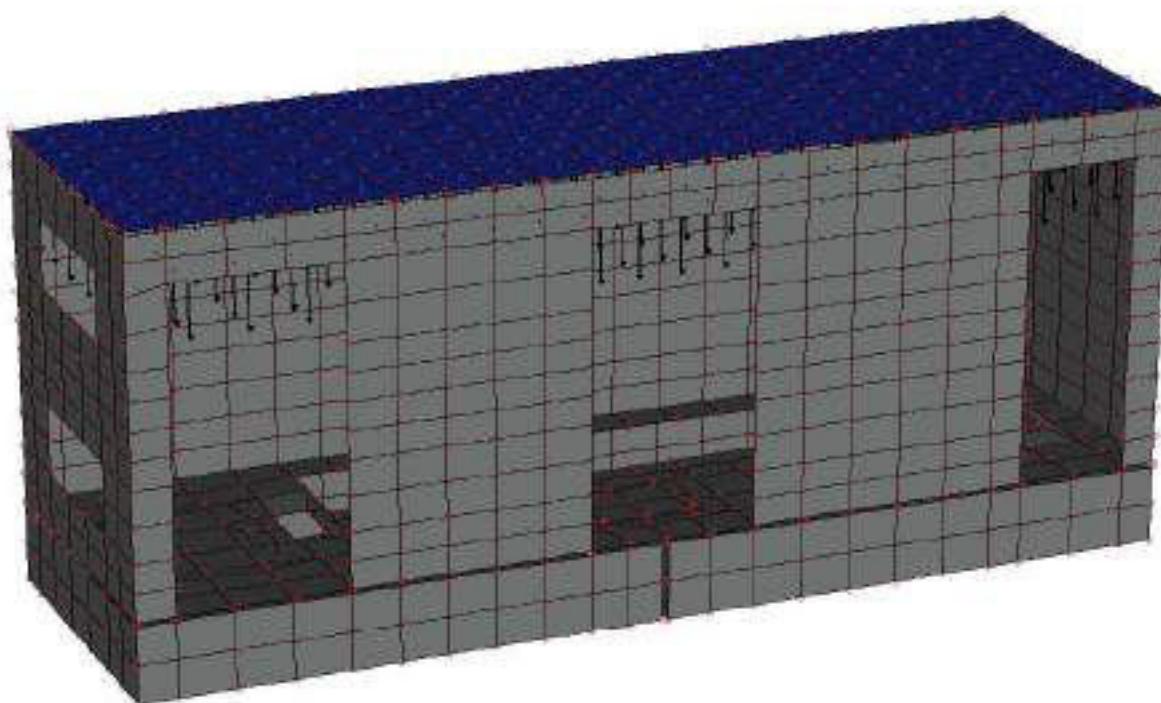
CARICHI sulla SOLETTA DI CALPESTIO

Peso Proprio Soletta (s=8cm):	=	192 kg/m ²
Peso Proprio Permanente carico ENEL DG2061:	=	612 kg/m ²
Carichi Variabili sul fondo (Cat. E2, D.M. 17-1-18):	=	200 kg/m ²
TOTALE CARICHI VERTICALI	=	1004 kg/m² (9,85 kN/m²)

Carico ENEL DG2061 + carico variabile sul calpestio: **612 + 200 = 812 kg/m²**

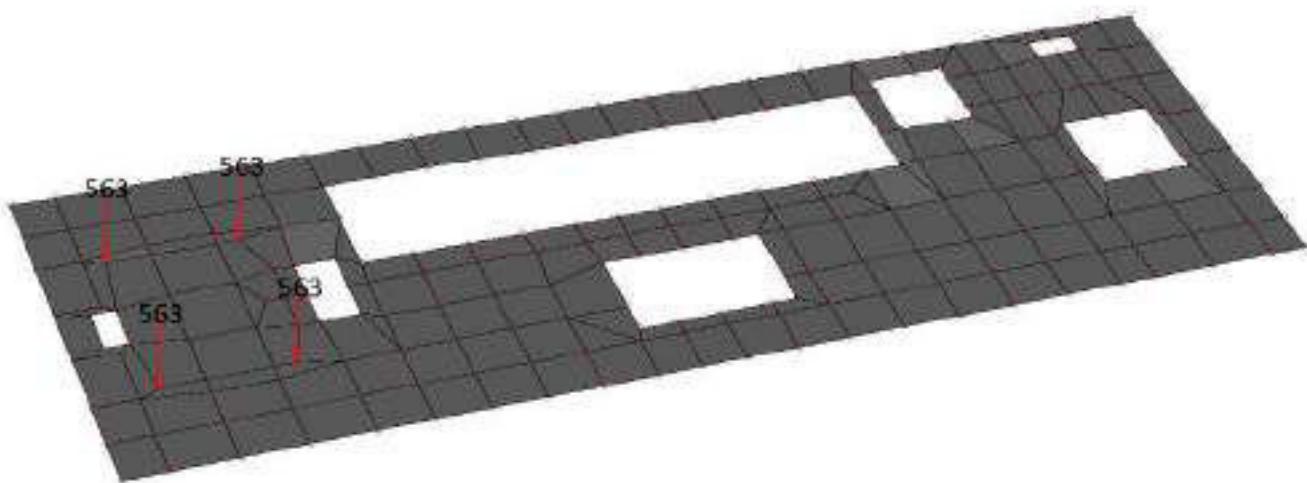


Carico neve (max.) + carico manutenzione + guaina elastomerica su copertura: **327 + 51 + 20 = 398 kg/ m²**



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



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-piastre 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_s"* desunta direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall'INGV e con lo spettro di risposta relativo fornito dalle NTC.

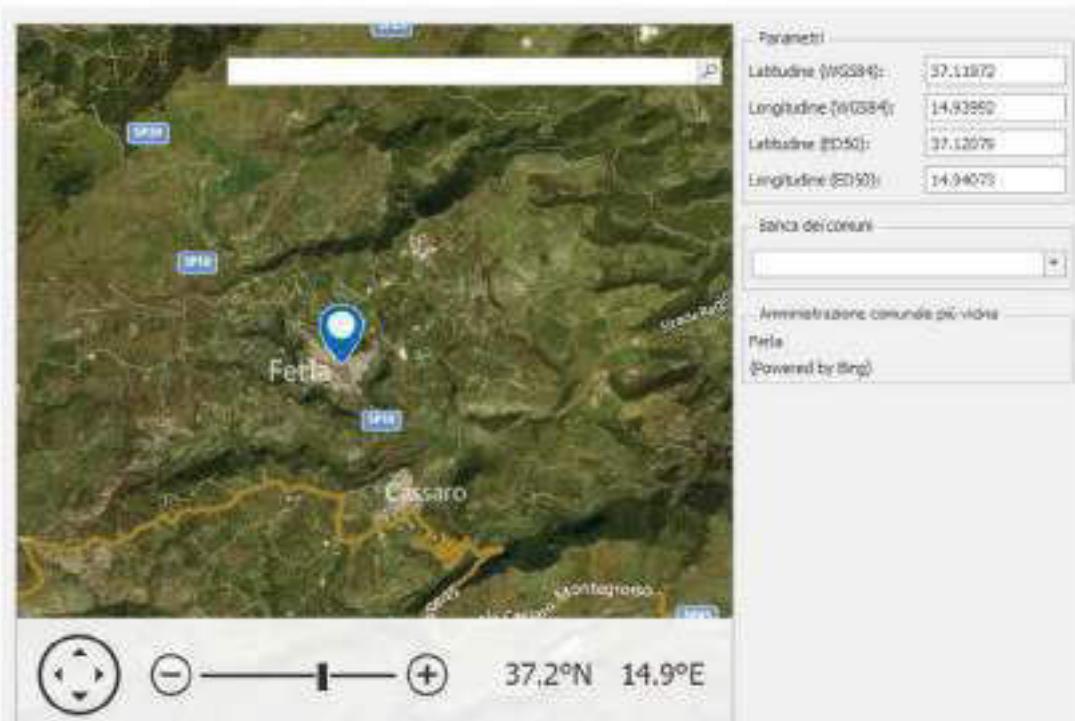
Il sito del territorio nazionale che risulta avere *a_s massima* secondo i valori della Specifica ENEL DG2061 Rev.09, desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento attualmente fornita dall'INGV, ha le seguenti coordinate:

Lat: 37,11972° Long: 14,93992°

I valori di a_s , 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 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 ultimo" SLU)

T_R = **475 anni**

Sito = **lat: 37,11972 lon: 14,93992** (presso Comune di Ferla - SR)

Zona di Sismicità massima = **a_s/g = 0,2767 F_O = 2,28 T_{c*} = 0,42**

Categoria di suolo di fondazione = **D**

Fattore Topografico = **1,4 (T₄)**

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_s/g = 0,0673 F_O = 2,52 T_{c*} = 0,27**

Categoria di suolo di fondazione = **D**

Fattore Topografico = **1,4 (T₄)**

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/m²) 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.

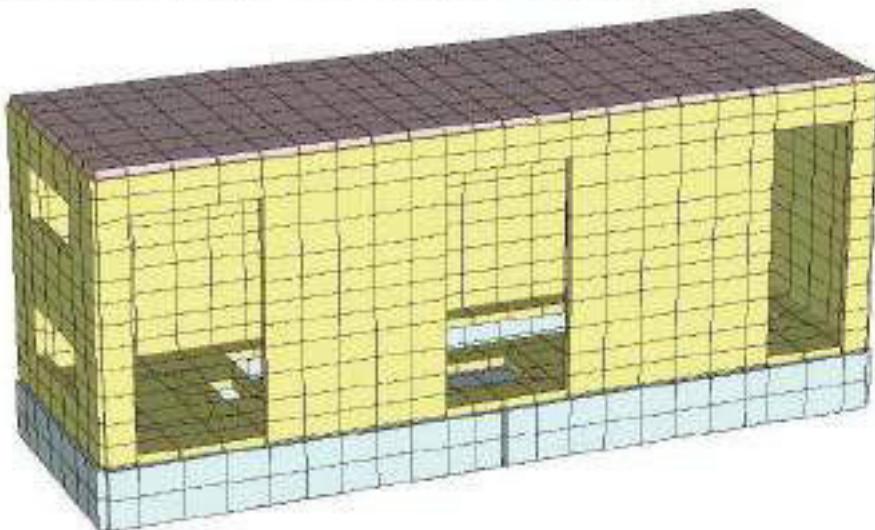
Per le 4 pareti laterali dello scatolare, considerato che è adottando, in analisi globale, un prudentiale fattore di comportamento $q_{nd}=1$ "non dissipativo" (*prudentiale anche rispetto al par. 7.3.1 NTC 2018 che invece considera $q_{nd}=1,5$*), e considerato il limitato cimento statico della costruzione in esercizio (vedi *sviluppo sforzi normali unitari Sxx e Syy e Mxx e Myy 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).

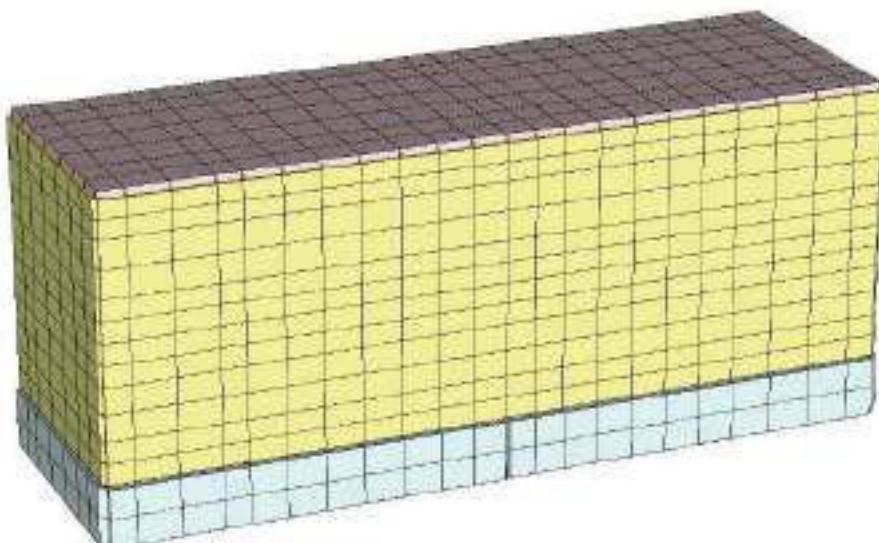
Per l'utilizzo della singola rete centrale nelle 4 pareti, nelle condizioni espresse, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Prima Sezione ha già espresso in passato un parere positivo. È ritenuto anammissibile l'adozione di un singolo strato di armatura trattandosi di manufatti prefabbricati, 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

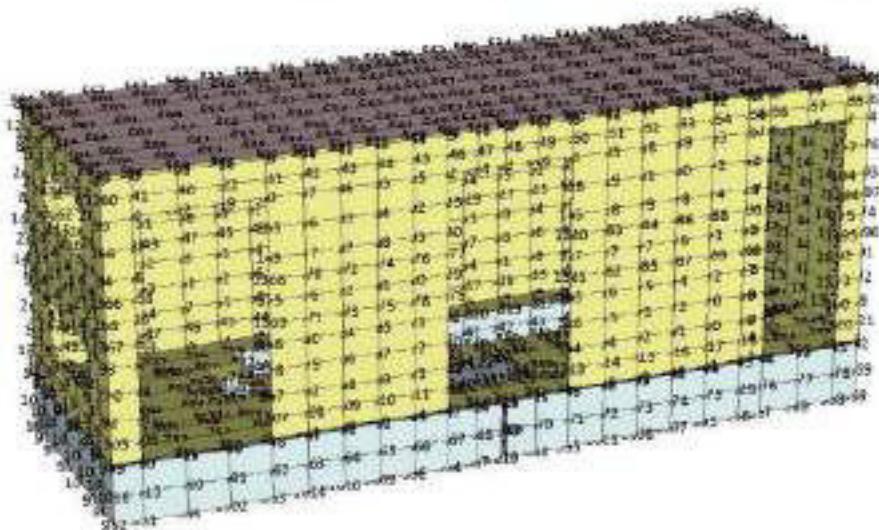
Rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano ortogonale, lo schema dei prefabbricati in esercizio considerato nel modello di analisi FEM è usato per la verifica della struttura è il seguente:



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

395/1	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	223/1	223/1	223/1	226/1	227/1	229/1	228/1	230/1	231/1	232/1	231/1	235/1	
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	
205/1				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	377/1			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	328/1	1427/1	426/1	425/1	414/1	423/1	422/1	421/1	420/1	419/1	
298/1	291/1	291/1	292/1	288/1	286/1	287/1	285/1	284/1	283/1	282/1	281/1	280/1	1279/1	277/1	278/1	276/1	275/1	361/1	362/1	363/1	364/1	
327/1	329/1	331/1	329/1	334/1	336/1	340/1	338/1	342/1	344/1	346/1	348/1	3250/1	1352/1	354/1	358/1	336/1	360/1	279/1	272/1	274/1	253/1	
326/1	328/1	330/1	289/1	333/1	335/1	339/1	337/1	341/1	343/1	345/1	347/1	249/1	1351/1	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	3559/1	580/1	379/1	378/1	377/1	376/1	375/1	374/1	373/1	372/1	
146/1	139/1	141/1	139/1	1123/1	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	3548/1	1545/1	544/1	543/1	542/1	541/1	540/1	539/1	538/1	537/1	
145/1	138/1	140/1	192/1	1121/1	124/1	126/1	126/1	130/1	103/1	105/1	193/1	95/1	77/1	79/1	83/1	81/1	85/1	269/1	265/1	267/1	250/1	
144/1	135/1	137/1	191/1	1113/1	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	1111/1	114/1	118/1	116/1	120/1	99/1	101/1	189/1	91/1	67/1	69/1	73/1	71/1	75/1	257/1	259/1	261/1	248/1	
488/1	485/1	487/1	486/1	480/1	484/1	483/1	482/1	481/1	480/1	479/1	478/1	3477/1	1476/1	475/1	474/1	473/1	471/1	472/1	471/1	470/1	469/1	468/1
142/1	132/1	155/1	189/1	1107/1	108/1	110/1	109/1	111/1	97/1	98/1	57/1	88/1	62/1	65/1	63/1	64/1	66/1	234/1	233/1	236/1	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	107/1
249/1	245/1				231/1	209/1
242/1	244/1				212/1	210/1
588/1	589/1	590/1	591/1	592/1	593/1	
338/1	241/1	316/1	215/1	313/1	235/1	212/1
587/1	586/1	585/1	584/1	583/1	582/1	581/1
238/1	240/1	318/1	317/1	314/1	238/1	214/1
235/1	237/1				218/1	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

416/1	417/1	416/1	415/1	414/1	413/1	412/1
525/1	524/1	523/1	522/1	521/1	520/1	519/1
177/1	179/1	199/1	161/1	163/1	147/1	149/1
178/1	180/1	169/1	162/1	164/1	148/1	150/1
536/1	535/1	534/1	535/1	532/1	531/1	530/1
181/1	183/1	165/1	167/1	169/1	151/1	153/1
529/1	528/1	527/1	526/1	525/1	524/1	523/1
182/1	184/1	166/1	168/1	170/1	152/1	154/1
185/1	187/1	172/1	173/1	175/1	155/1	157/1
186/1	188/1	172/1	174/1	176/1	156/1	158/1
497/1	496/1	495/1	496/1	494/1	492/1	493/1
204/1	205/1	196/1	197/1	198/1	196/1	197/1

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
56/4	54/4	51/4	50/4	28/4	44/4	42/4
55/4	53/4	51/4	29/4	27/4	43/4	41/4
34/4	33/4	31/4	30/4	30/4	29/4	28/4
52/4	50/4	26/4	26/4	22/4	40/4	38/4
73/4	72/4	71/4	74/4	75/4	76/4	77/4
53/4	49/4	25/4	25/4	21/4	39/4	37/4
48/4	46/4	20/4	18/4	16/4	36/4	34/4
47/4	45/4	19/4	13/4	15/4	35/4	33/4
04/4	05/4	06/4	07/4	08/4	09/4	10/4
9/4	8/4	14/4	13/4	12/4	11/4	10/4

numerazione elementi di Copertura

1/2	146/2	141/2	134/2	127/2	120/2	115/2	106/2	99/2	92/2	85/2	78/2	71/2	64/2	57/2	50/2	45/2	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	148/2	139/2	132/2	125/2	118/2	111/2	104/2	97/2	90/2	83/2	76/2	69/2	61/2	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	340/3	3141/3	142/3	143/3	147/3	145/3	57/3	86/3	121/3	20/3	172/3	52/3
37/3	9/3	10/3	4/3	144/3												83/3	81/3	351/3	64/3	25/3	153/3
-21/3	24/3	20/3																			
34/3	30/3	22/3	23/3	12/3	13/3	134/3	135/3														
33/3																					
30/3	7/3	0/3	5/3	17/3	85/3	126/3	217/3	116/3	115/3	105/3	101/3	102/3	3103/3	104/3	110/3	94/3	2/3	91/3	30/3	363/3	42/3
32/3																					
35/3	1/3	28/3	25/3	15/3	14/3	13/3	129/3	114/3	112/3	99/3					119/3	64/3	46/3	46/3	50/3	52/3	145/3
29/3																					
11/3	6/3	5/3	2/3	135/3	132/3	331/3	130/3	88/3	97/3					118/3	45/3	47/3	48/3	51/3	53/3	43/3	40/3
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

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
Unita' di misura delle forze	Kg
Unita' 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
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	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	1.604
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 **qor=1**

STATO LIMITE DI DANNO

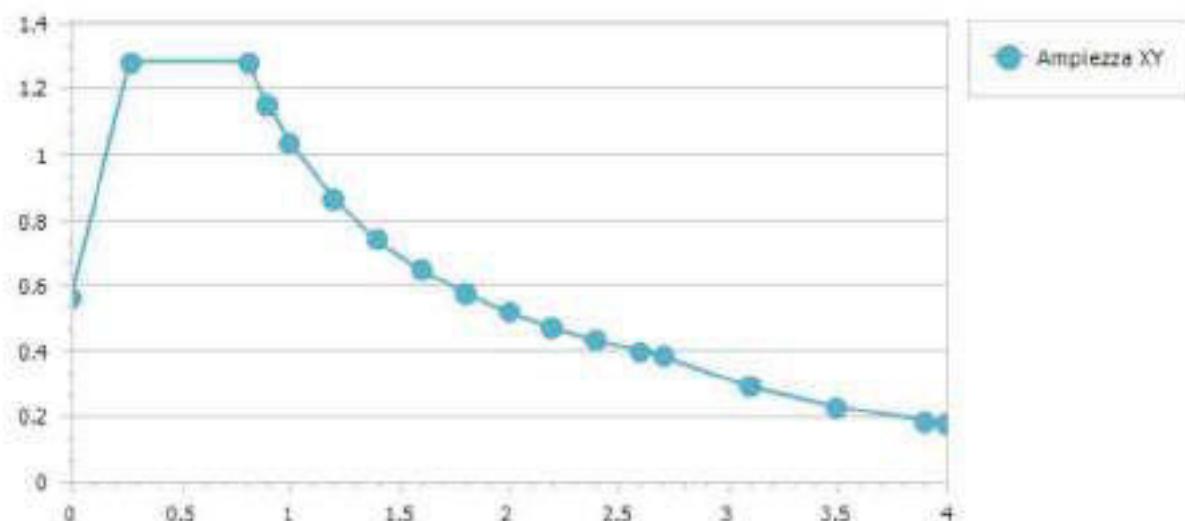
Fattore di comportamento q per sisma orizzontale **qor=1**

Coeff.moltiplicativo sisma **1.000**

PARAMETRI SISMICI

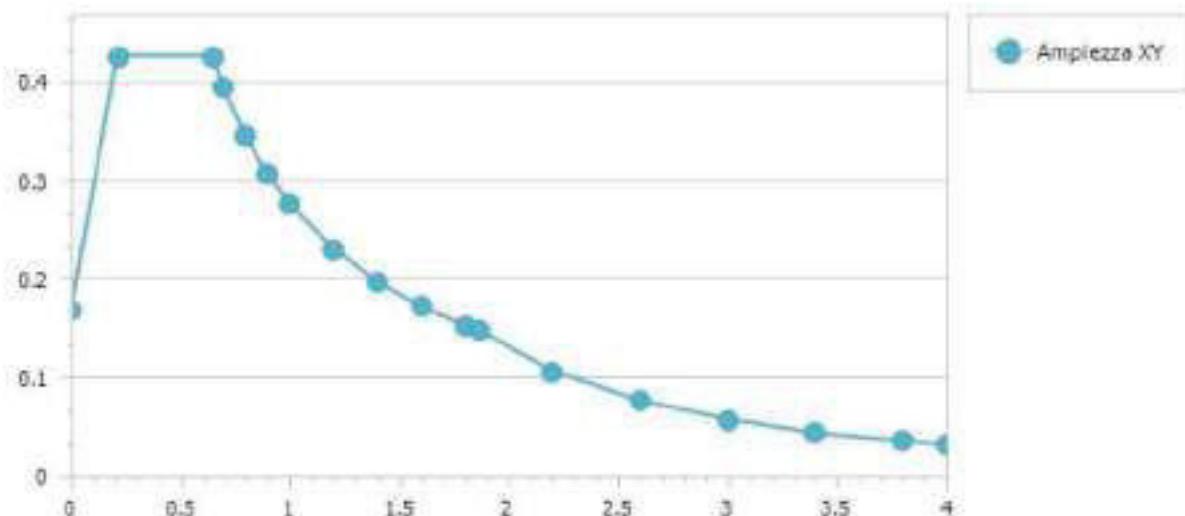
Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	COC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 (SLV)



Num.	Periodo	Amplitude 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	Amplitude 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: Sismia 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.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 utilizzante 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 inviluppo degli stessi enti sollecitanti.

In particolare, si riporta:

Per la verifica SLV+SLU:

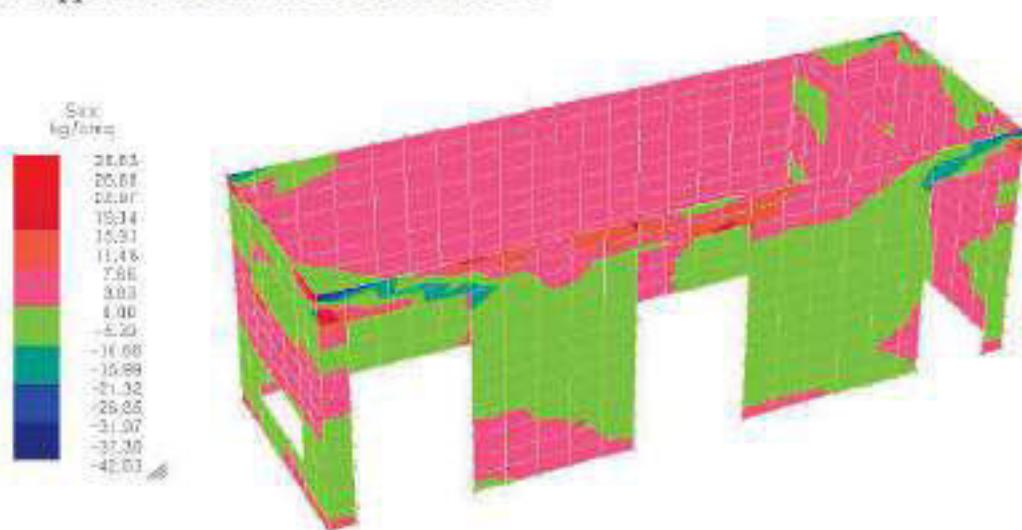
- Inviluppo sollecitazioni agenti Sxx
- Inviluppo sollecitazioni agenti Syy
- Inviluppo sollecitazioni agenti Mxx
- Inviluppo sollecitazioni agenti Myy

Per la verifica SLD+SLE:

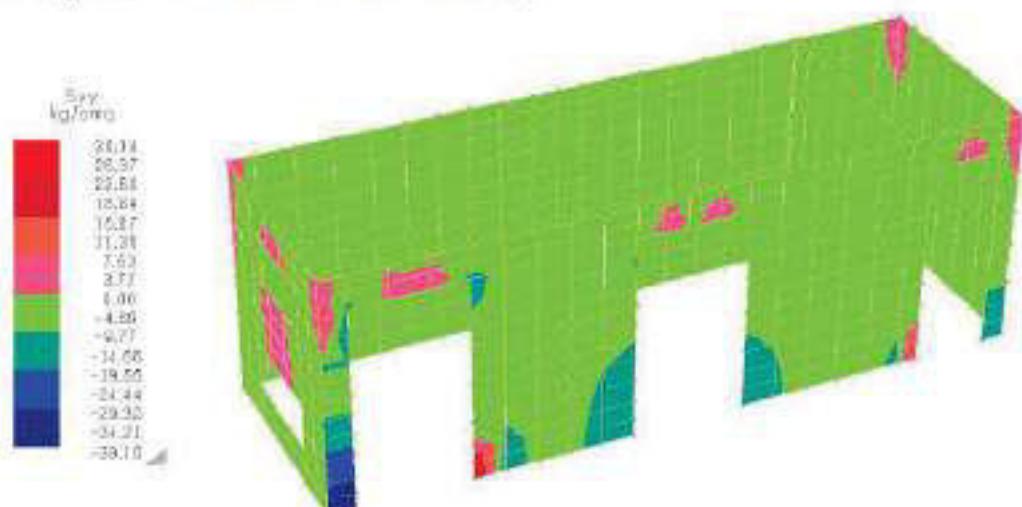
- Deformazioni parete (*parete più deformata*)
- Deformazioni soletta di calpestio
- Deformazioni soletta di copertura

PARETI VERTICALI

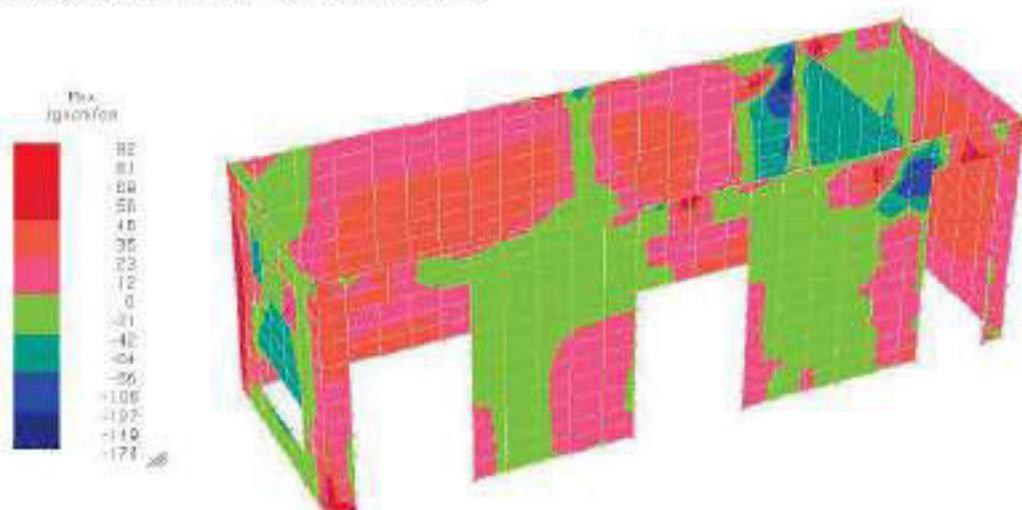
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale Sxx



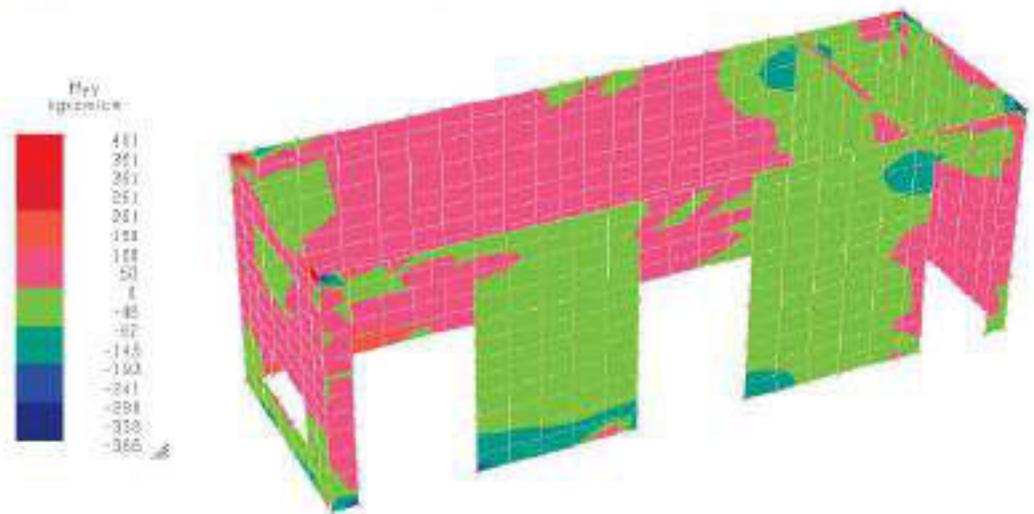
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale Syy



Inviluppo ente sollecitante momenti Mxx



Involucro ente sollecitante momenti Myy



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

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Ferla - qm
 Ries.: 000CIO (pacete) Gruppo: 1 Tabella: Tabella muri spessore 7
 Descrizione: box
 Rck: 400.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm² Copriferro: 3.4 cm
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico e sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)
 Spessore: 7.0 cm Coeff. di partecipazione Myy: 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.

El. comb.	Rxx	Mxx	Myy	Myy	V	Ac	Av	Indice di resistenza		Note
								kg/22 cm	cmq/22 cm	
419 1A	3328	-13	653	-34	704	1.50	1.50	0.65	0.16	
419 1B	-3619	-15	-533	-34	704	0.39	0.39	0.40	0.15	
419 1C	3328	14	653	35	704	1.50	1.50	0.65	0.16	
419 1D	-3619	14	-532	35	704	0.39	0.39	0.42	0.15	
419 1I	3906	-19	845	-96	955	1.50	1.50	0.76	0.21	
419 1J	-4197	-16	-728	-94	955	0.39	1.50	0.61	0.21	
419 1K	3906	16	848	96	955	1.50	1.50	0.76	0.21	
419 1L	-4197	16	-728	96	955	0.39	1.50	0.62	0.21	
419 2	-109	1	221	3	77	0.39	1.50	0.05	0.02	

Spess.= 7.0 cm Ac= 2 d Av= 2 d 8/10 (= 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 ²
Normativa:	NTC-2018
Versione:	Edifici nuovi
Tipologia:	No minimi
Rck:	440.0
fyk:	4580.0
Tensione di calcolo calcestruzzo a pressotensioflessione:	-206.9
Tensione di calcolo acciaio a pressotensioflessione:	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	Ø (mm)	copriferro (cm)
1	5.0	3.4

Armature inferiori

num. barre	Ø (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
bordo superiore:	-166.93	3630.61
bordo inferiore: Allungamento	-0.11 0.47	0.17 0.19

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

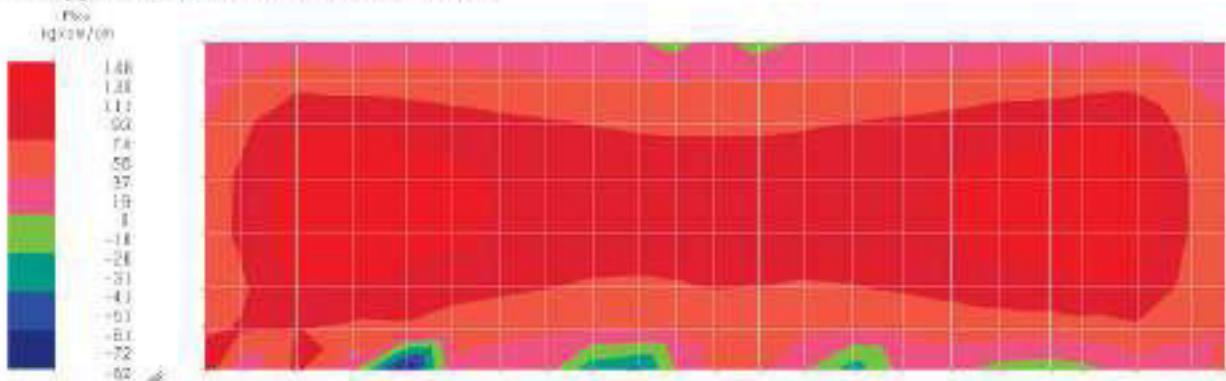
Taglio ras. ultimo (VRcd):	519.416
Indice di resistenza:	0.30

Verifica delle bielle compresse

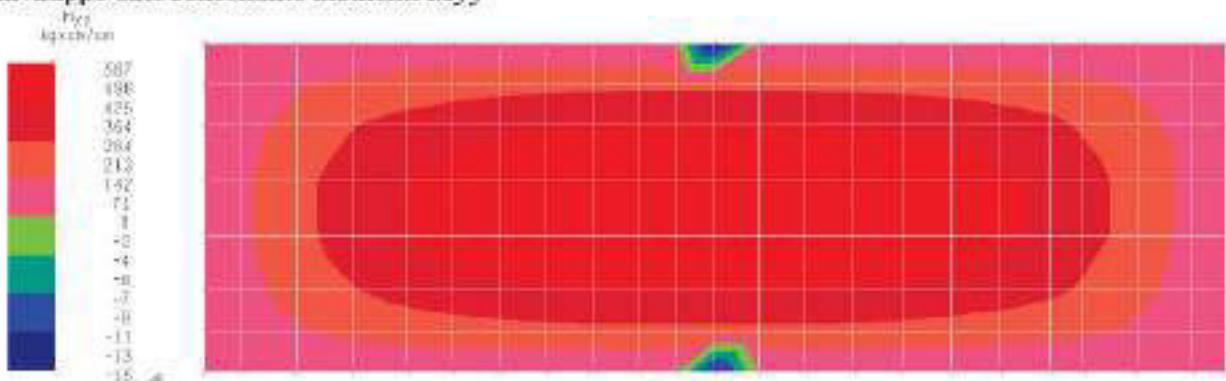
Taglio resistente ultimo (VRcd):	2585.676
ctg(θ):	2.50
Indice di resistenza:	0.06

SOLETTA di COPERTURA

Invioluppo ente sollecitante momenti Mxx



Invioluppo ente sollecitante momenti Myy



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

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2-70p 750 - Ferla - q=1
 Elém.: 008C10 (piastrela) Gruppo: 2 Tabella: Tabella gusci COPERTURA
 Descrizione: soletta copertura
 Rck: 400.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm² Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico e sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)
 Coeff. di partecipazione Myx: 0.50 Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50
 dan base sup.: 5 mm dan base inf.: 5 mm pxx: 20 cm dan myy: 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 staffa: 6 mm Numero braccia: 2

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

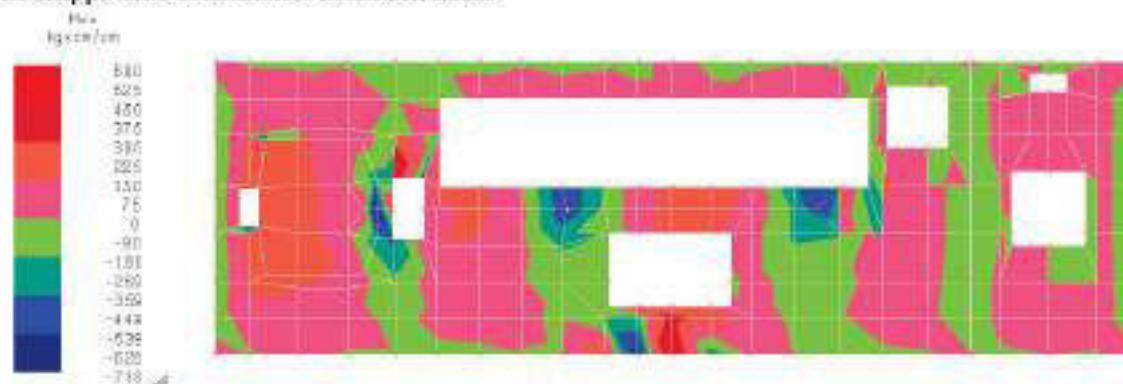
L'armatura trasversale viene inserita se necessaria ($V_s/V_{rdL} > 1$); vedere righe riassuntive

sl. comb.	Mxx		Myy		Vx(Mxx)	Vx(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							
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	36	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 1I	-0	10	-0	112	3	3	0.20	0.20	0.53	0.20	0.91 0.00 0.00

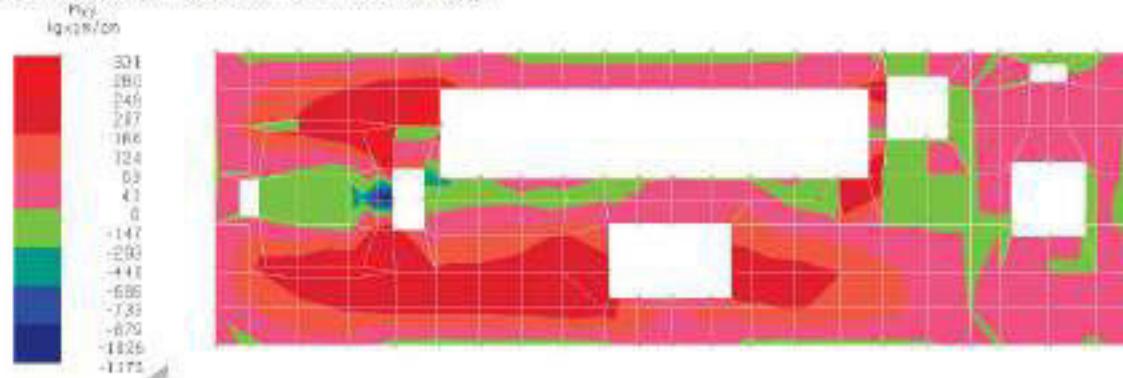
Spess.: 8.0 cm Axxinf: -- Axxsup: -- Ayyinf: 3 M 0/90 Ayyup: -- (= arm. base nelle due direz.)

SOLETTA di CALPESTIO CABINA (fondo della cella)

Invioluppo ente sollecitante momenti Mxx



Invioluppo ente sollecitante momenti Myy



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

Lavoro: BDM2-70p_750 Testatazione lavoro: BDM2 70p 750 - Ferla - q=1
 ELEM: 00SC10 (piastra) Gruppo: 3 Tabella: Tabella gusci CALPESTIO
 Descrizione: soletta calpestio
 Rok: 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 e sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTG2010)
 Coeff. di partecipazione May: 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.: 90 cm
 dyx base sup.: 5 mm dyx base inf.: 5 mm pyy: 10 cm dyx agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm
 Orientamento armature: rifl. 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 ($V_x/V_{rdl} > 1$); vedere righe riassuntive.

El. comb.	Mxx		Myy		Myy	Vz(Mxx)	Vz(Myy)	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Indice di resistenza	
	Rxx	Mxx	Ryy	Rgy									
	kg/10 cm	kg*m/10 cm	kg/10 cm	kg*m/10 cm									
67 ia	606	-47	115	-5	610	513	0.20	0.36	0.20	0.20	0.90	0.03	0.16
67 ib	-247	-47	-39	-5	610	513	0.20	0.20	0.20	0.20	0.93	0.03	0.18
67 ic	606	52	115	9	730	590	0.36	0.20	0.20	0.20	0.96	0.03	0.20
67 id	-247	52	-39	9	730	590	0.25	0.20	0.20	0.20	0.85	0.03	0.20
67 ii	771	-30	174	-2	385	417	0.20	0.31	0.20	0.20	0.86	0.04	0.13
67 ir	-412	-30	-98	-2	385	417	0.20	0.20	0.20	0.20	0.43	0.04	0.13
67 ik	771	35	174	6	537	421	0.31	0.20	0.20	0.20	0.93	0.04	0.15
67 il	-412	35	-98	6	537	421	0.20	0.20	0.20	0.20	0.54	0.04	0.15
67 I	324	3	66	3	81	240	0.20	0.20	0.20	0.20	0.24	0.02	0.08

Dspess.= 0.0 cm Axaxinf= 3 d 0/10 Axaxsup= 3 d 0/10 Ayyinf= --- Ayysup= --- (= 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), Frequent (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo riportato in allegato.

Pareti

Lavoro: **BDM2-70p 750** riferimento lavoro: **BDM2 70x 750 - rezia - q=1**
 Elém.: **08SC10** (parete) Gruppo: **1** Tabella: Tabella muri spessore 7
 Descrizione: **box**
 Rck: **400.00** kg/cm² fyk: **4550.0** kg/cm² Condizioni ambientali: Aggressiva Coprif.: **3.4** cm
 Spessore: **7.0** cm Coeff. di partecipazione Myy: **0.50** Coeff. di partecipazione Syy: **0.50**
 Diam. vertic.: **5** mm Passo vertic.: **22** cm p vertic.: **0.25** % Diam. egg. vertic.: **8** mm Passo egg. vertic.: **20** cm
 Diam. orizz.: **5** mm Passo orizz.: **22** cm p orizz.: **0.25** % Diam. egg. orizz.: **8** mm Passo egg. 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 la 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	Myy	Myy	A0	Av	Sc	Sf	Note
							kg/22 cm	kg*m/22 cm	
385	3	33	-6	-172	-17	1.50	0.38	-38.75	1023.1 rara
256	3	-45	4	-68	15	0.39	0.39	-36.02	1052.7 rara
398	5	56	4	-67	-18	1.50	0.39	-44.98	-- quasi perf.

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 tavole, dunque si considera verificata la "fessurazione".

Soletta di copertura

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70P 750 - Perla - q=1
 Elem.: 00SC10 (piastrelle) Gruppo: 2 Tabella: Tabella gusci COPERTURA
 Descrizione: soletta copertura
 Rok: 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 May: 0.50 Coeff. di partecipazione May: 0.50
 dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm pxx: 20 cm dxx agg.: 8 mm pxx agg.: 90 cm
 dyv base sup.: 5 mm dyv base inf.: 5 mm pyy: 20 cm dyv 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.	Rxx		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	kg/cmq	mm	kg/cmq	mm	kg/cmq	mm	mm				
83 2	-0	13	-0	80	0.20	0.20	0.13	0.20	-94.17	3988.1	--	rara				
47 3	0	16	0	72	0.20	0.20	0.13	0.20	-98.21	3320.0	--	rara				
82 5	-0	3	-0	31	0.20	0.20	0.13	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:

$$CC_4(\text{frequente}) \text{max} = W 0.00 \text{mm} << W_2 = 0.30 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

$$CC_5(\text{quasi permanente}) \text{max} = W 0.00 \text{mm} << W_1 = 0.20 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

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.: 00SC10 (piastrelle) Gruppo: 3 Tabella: Tabella gusci CALPESTIO
 Descrizione: soletta calpestio
 Rok: 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 May: 0.50 Coeff. di partecipazione May: 0.50
 dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm pxx: 10 cm dxx agg.: 8 mm pxx agg.: 90 cm
 dyv base sup.: 5 mm dyv base inf.: 5 mm pyy: 10 cm dyv 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.	Rxx		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	kg/cmq	mm	kg/cmq	mm	kg/cmq	mm	mm				
18 3	17	-24	343	-43	0.20	0.25	0.20	0.42	-80.56	2588.4	--	rara				
17 3	111	-25	236	-36	0.20	0.25	0.20	0.31	-84.88	2775.6	--	rara				
94 4	-21	-30	30	-14	0.20	0.31	0.20	0.20	--	--	0.26 freq.					
18 5	76	-21	273	-36	0.20	0.25	0.20	0.42	-75.04	--	0.00	quasi perm.				
94 5	-19	-29	28	-13	0.20	0.36	0.20	0.20	-62.51	--	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:

$$CC_4(\text{frequente}) \text{max} = W 0.26 \text{mm} << W_2 = 0.30 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

$$CC_5(\text{quasi permanente}) \text{max} = W 0.18 \text{mm} << W_1 = 0.20 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma c)}$$

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 SEZ. Rp B= 15.0 E= 15.0
Tipologia: Pilastro di bordo (lungo asse 'y' locale)

N-comb Beta	Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base				Armature		in alternativa		
	w0	N rid.	Vrd	T.R. bielle	w1	p	N rid.	Vrd	T.R.	barre tese (dir,y)-(dir,z)	barre piegata (dir,y) ----- (dir,z)	barre tese (dir,y)-(dir,z)	barre piegata (dir,y) ----- (dir,z)
	cm	kg	--	--	cm	%	kg	--	--	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
LA	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	1450	2850	1.21	2.10	0.98	1.01 (2 d 8)
LB	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	3450	2850	1.21	2.10	0.98	1.01 (2 d 8)
LC	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	3450	2850	1.21	2.10	0.98	1.01 (2 d 8)
LD	1.00	32	3450	7334	0.47	90	0.36	3450	2850	1.21	2.10	0.98	1.01 (2 d 8)
LE	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--
LF	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--
LG	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--
LH	1.00	32	1942	7334	0.26	90	0.36	1942	2850	0.68	--	--	--
LI	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 (2 d 8)
LO	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 (2 d 8)
LR	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 (2 d 8)
LL	1.00	32	3019	7334	0.41	90	0.36	3019	2850	1.06	1.46	0.65	1.01 (2 d 8)
LM	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--
LN	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--
LO	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--
LP	1.00	32	2373	7334	0.32	90	0.36	2373	2850	0.83	--	--	--
Z	1.00	32	3707	7334	0.51	90	0.36	1707	2850	1.30	2.71	1.21	1.01 (2 d 8)

VERIFICHE A PUNZONAMENTO: modo: 728 Spessore piastra: 8.00 cm. pilastro SEZ. Rp B= 15.0 E= 15.0
Tipologia: Pilastro di bordo (lungo asse 'z' locale)

N-comb Beta	Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base				Armature		in alternativa		
	w0	N rid.	Vrd	T.R. bielle	w1	p	N rid.	Vrd	T.R.	barre tese (dir,y)-(dir,z)	barre piegata (dir,y) ----- (dir,z)	barre tese (dir,y)-(dir,z)	barre piegata (dir,y) ----- (dir,z)
	cm	kg	--	--	cm	%	kg	--	--	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
LA	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--
LB	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--
LC	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--
LD	1.00	32	1553	7334	0.21	99	0.36	1553	3122	0.50	--	--	--
LE	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
LF	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
LG	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
LL	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
LM	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
LN	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
LO	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
LP	1.00	32	1023	7334	0.14	99	0.36	1023	3122	0.33	--	--	--
Z	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 SEZ. Rp B= 15.0 E= 15.0
Tipologia: Pilastro di bordo (lungo asse 'z' locale)

N-comb Beta	Verifiche sul contorno del pilastro				Verifiche sul contorno di base				Armature		in alternativa		
	w0	N rid.	Vrd	T.R. bielle	w1	p	N rid.	Vrd	T.R.	barre tese (dir,y)-(dir,z)	barre piegata (dir,y) ----- (dir,z)	barre tese (dir,y)-(dir,z)	barre piegata (dir,y) ----- (dir,z)
	cm	kg	--	--	cm	%	kg	--	--	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
LA	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--
LB	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--
LC	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--
LD	1.00	32	1709	7334	0.23	99	0.36	1709	3122	0.55	--	--	--
LE	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--
LF	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--
LG	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--
LL	1.00	32	1235	7334	0.17	99	0.36	1235	3122	0.40	--	--	--
LM	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--
LN	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--
LO	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--
LP	1.00	32	1629	7334	0.22	99	0.36	1629	3122	0.52	--	--	--
Z	1.00	32	1315	7334	0.18	99	0.36	1315	3122	0.42	--	--	--

VERIFICA A PUNZONAMENTO SODDISFAUTA 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	-1.00e-02	+2.38e-02	-3.67e-01	-3.08e-03	-1.60e-03	+2.38e-03	+3.67e-01
Nodo:	420	1212	601	508	560	867	601

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	544	36	900	1069	866	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	544	27	915	208	866	593



Deformazione SOLETTA di COPERTURA CABINA in SLD/SLE

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

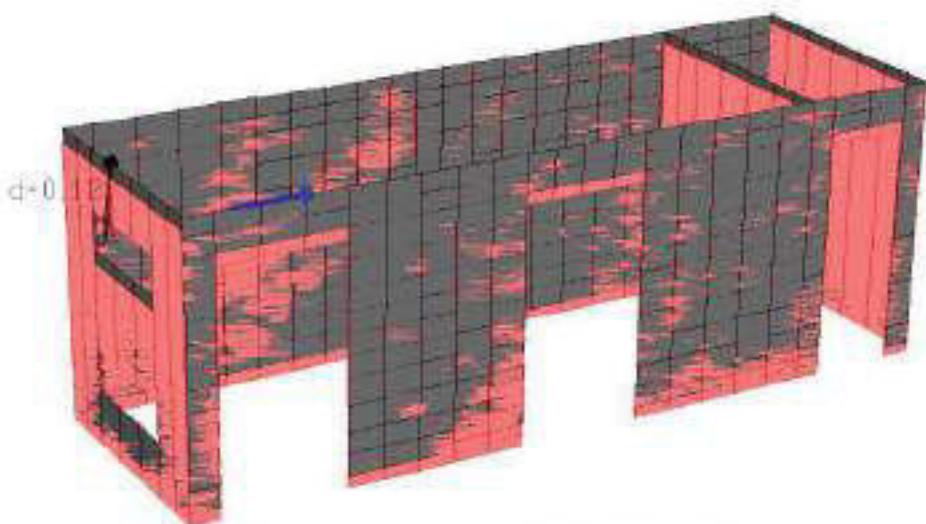
- Verifica inflessione max = - 0.26 cm < 230/500 = 0.46cm



Deformazione SOLETTA di CALPESTIO CABINA in SLD/SLE

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

- Verifica inflessione max = - 0.13 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 $d_{\max} = 0.12 \text{ cm} < 268/500 = 0.53 \text{ cm}$

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 ($D=12-16\text{ mm}$ cl.8.8) viene opportunamente considerato, in favore di sicurezza, utilizzando nel calcolo opportuni elementi finiti del tipo "pilastro" in acciaio $D=12-16\text{ mm}$ (S_{460}), 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 previste nel progetto esecutivo.

Questi elementi del modello di verifica FEM sono pertanto soggetti ad azioni taglienti, 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

6/2

2/2

3/2

1/2

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

Lavoro: BOM2-70p 750 Intestazione lavoro: BOM2 70P 750 - Ferla - q=1
 Elemento: TRAVE Metodo di verifica: Eurocodice 3 - NTC 2018
 Gruppo: 2 Descrizione: giunzioni copertura - pareti
 Tabella: Tabella pilastri Struttura: Nuove
 Tipo acciaio: CLASSE 8.8
 Coeff. riduzione dell'area: 0.000 Tipologia sismica xy: Senza prescrizioni aggiuntive
 Tipologia sismica zz: Senza prescrizioni aggiuntive
 YM0: 1.050 YM1: 1.050 YM1': 1.050 YM2: 1.250 YFV: 0.800 YM0 Pf: 1.000 YM1 Pf: 1.000
 Tipo collegamento: bullonato Connessione su due lati

ASTA NUM. 1 MI 103 MF 559 Lungh. 3.0 cm RES. I Cp Dm 1.2 cm Indici <= 1 : VERIFICATO

SC	X	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T.			I.R.h.	I.R.	Nota
									kg	kg*m	I.R.			
LA	0	-119	-83	29	0	0	0	I	0.02	0.02	0.02			
LB	0	-119	113	29	0	0	-0	I	0.03	0.02	0.02			
LC	0	-119	-83	-6	0	-0	0	I	0.02	0.02	0.03			
LD	0	-119	113	-6	0	-0	-0	I	0.03	0.02	0.03			
LE	0	-32	-83	29	0	0	0	I	0.02	0.00	0.01			
LF	0	-32	113	29	0	0	-0	I	0.03	0.00	0.01			
LG	0	-32	-83	-6	0	-0	0	I	0.02	0.00	0.02			
LH	0	-32	113	-6	0	-0	-0	I	0.03	0.00	0.02			
LI	0	-119	-156	32	0	0	0	I	0.04	0.02	0.03			
LJ	0	-119	186	32	0	0	-0	I	0.05	0.02	0.03			
LK	0	-119	-156	-9	0	-0	0	I	0.04	0.02	0.04			
LL	0	-119	186	-9	0	-0	-0	I	0.05	0.02	0.04			
LM	0	-34	-156	32	0	0	0	I	0.04	0.00	0.01			
LN	0	-34	186	32	0	0	-0	I	0.05	0.00	0.01			
LO	0	-34	-156	-9	0	-0	0	I	0.04	0.00	0.02			
LP	0	-34	186	-9	0	-0	-0	I	0.05	0.00	0.02			
2	0	-238	20	47	0	-0	0	I	0.01	0.04	0.05			
LA	2	-119	-83	29	0	-0	-1	I	0.02	0.02	0.09			
LB	2	-119	113	29	0	-0	2	I	0.03	0.02	0.11			
LC	2	-119	-83	-6	0	-0	-1	I	0.02	0.02	0.09			
LD	2	-119	113	-6	0	-0	2	I	0.03	0.02	0.11			
LE	2	-32	-83	29	0	-0	-1	I	0.02	0.00	0.08			
LF	2	-32	113	29	0	-0	2	I	0.03	0.00	0.10			
LG	2	-32	-83	-6	0	-0	-1	I	0.02	0.00	0.07			
LH	2	-32	113	-6	0	-0	2	I	0.03	0.00	0.10			
LI	2	-119	-156	32	0	-0	-2	I	0.04	0.02	0.15			
LO	2	-119	186	32	0	-0	3	I	0.05	0.02	0.17			
LK	2	-119	-156	-9	0	-0	-2	I	0.04	0.02	0.15			
LL	2	-119	186	-9	0	-0	3	I	0.05	0.02	0.17			
LM	2	-34	-156	32	0	-0	-2	I	0.04	0.00	0.14			
LN	2	-34	186	32	0	-0	3	I	0.05	0.00	0.16			
LO	2	-34	-156	-9	0	-0	-2	I	0.04	0.00	0.13			
LP	2	-34	186	-9	0	-0	3	I	0.05	0.00	0.16			
2	2	-238	20	47	0	-1	0	I	0.01	0.04	0.10			
LA	3	-119	-83	29	0	-1	-2	I	0.02	0.02	0.14			
LB	3	-119	113	29	0	-1	3	I	0.03	0.02	0.21			
LC	3	-119	-83	-6	0	-0	-2	I	0.02	0.02	0.15			
LD	3	-119	113	-6	0	-0	3	I	0.03	0.02	0.20			
LE	3	-32	-83	29	0	-1	-2	I	0.02	0.00	0.15			
LF	3	-32	113	29	0	-1	3	I	0.03	0.00	0.20			
LG	3	-32	-83	-6	0	-0	-2	I	0.02	0.00	0.14			
LH	3	-32	113	-6	0	-0	3	I	0.03	0.00	0.19			
LI	3	-119	-156	32	0	-1	-2	I	0.04	0.02	0.20			
LO	3	-119	186	32	0	-1	6	I	0.05	0.02	0.33			
LK	3	-119	-156	-9	0	-0	-2	I	0.04	0.02	0.28			
LL	3	-119	186	-9	0	-0	6	I	0.05	0.02	0.33			
LM	3	-34	-156	32	0	-1	-2	I	0.04	0.00	0.27			
LN	3	-34	186	32	0	-1	6	I	0.05	0.00	0.32			
LO	3	-34	-156	-9	0	-0	-2	I	0.04	0.00	0.27			
LP	3	-34	186	-9	0	-0	6	I	0.05	0.00	0.32			
2	3	-238	20	47	0	-2	1	I	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

2/4

3/4

1/4

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

Dovoro: BOM2-70p 750 Intestazione lavoro: BOM2 70P 750 - Ferla - q-1
 Elemento: TRAVM Metodo di verifica: Eurocodice 3 - NTC 2018
 Gruppo: 4 Descrizione: ginnzioni fondo - nordola
 Tabella: Tabella pilastri Struttura: Nuova
 Tipo acciaio: CLASSE 8.8
 Coeff. riduzione dell'area: 0.000 Tipologia sismica yx: Senza prescrizioni aggiuntive
 Tipologia sismica xx: Senza prescrizioni aggiuntive
 $\gamma M_0: 1.050$ $\gamma M_1: 1.050$ $\gamma M_2: 1.050$ $\gamma M_3: 1.250$ $\gamma M_4: 0.000$ $\gamma M_5: 1.000$ $\gamma M_6: 1.000$
 Tipo collegamento: bullonato Connessione su due lati:

ASTA NUM. 3 MI 925 MF 750 Lunghezza: 3.6 cm Sez.: 5 Cp D= 1.6 cm

Categoria: P-P - Y gy tot.

QF Medio: 0.0088 0.0088 kg/cm

Sollecitazioni da calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

Nc	N	Px	Py	Fx	Mx	My	Mz	Classe	I.V.T. I.R.s. I.R.			Nota
									kg	kg*m		
I.A	0	-1420	-149	46	0	1	0	1	0.02	0.11	0.14	
I.B	0	-1420	209	46	0	1	-0	1	0.03	0.11	0.14	
I.C	0	-1420	-149	-19	0	0	0	1	0.02	0.11	0.12	
I.D	0	-1420	209	-19	0	0	-0	1	0.03	0.11	0.12	
I.E	0	1430	-149	46	0	1	0	1	0.02	0.12	0.14	
I.F	0	1430	209	46	0	1	-0	1	0.03	0.12	0.14	
I.G	0	1430	-149	-19	0	0	0	1	0.02	0.12	0.12	
I.H	0	1430	209	-19	0	0	-0	1	0.03	0.12	0.12	
I.I	0	-998	-136	58	0	2	0	1	0.02	0.08	0.12	
I.J	0	-998	196	58	0	2	-0	1	0.03	0.08	0.12	
I.K	0	-998	-136	-31	0	0	0	1	0.02	0.08	0.08	
I.L	0	-998	196	-31	0	0	-0	1	0.03	0.08	0.08	
I.M	0	1008	-136	58	0	2	0	1	0.02	0.09	0.12	
I.N	0	1008	196	58	0	2	-0	1	0.03	0.09	0.12	
I.O	0	1008	-136	-31	0	0	0	1	0.03	0.09	0.09	
I.P	0	1008	196	-31	0	0	-0	1	0.03	0.09	0.09	
I.Q	0	-53	47	34	0	1	0	1	0.01	0.00	0.03	
I.R	2	-1420	-149	46	0	0	-3	1	0.02	0.11	0.18	
I.S	2	-1420	209	46	0	0	4	1	0.03	0.11	0.20	
I.C	2	-1420	-149	-19	0	1	-3	1	0.02	0.11	0.18	
I.D	2	-1420	209	-19	0	1	4	1	0.03	0.11	0.20	
I.E	2	1430	-149	46	0	0	-3	1	0.02	0.12	0.18	
I.F	2	1430	209	46	0	0	4	1	0.03	0.12	0.20	
I.G	2	1430	-149	-19	0	1	-3	1	0.02	0.12	0.18	
I.H	2	1430	209	-19	0	1	4	1	0.03	0.12	0.20	
I.I	2	-998	-136	58	0	0	-3	1	0.02	0.08	0.14	
I.J	2	-998	196	58	0	0	4	1	0.03	0.08	0.16	
I.K	2	-998	-136	-31	0	0	-2	1	0.02	0.08	0.14	
I.L	2	-998	196	-31	0	0	4	1	0.03	0.08	0.16	
I.M	2	1008	-136	58	0	0	-2	1	0.02	0.09	0.14	
I.N	2	1008	196	58	0	0	4	1	0.03	0.09	0.16	
I.O	2	1008	-136	-31	0	0	-2	1	0.02	0.09	0.14	
I.P	2	1008	196	-31	0	0	4	1	0.03	0.09	0.16	
I.Q	2	-53	47	34	0	1	1	1	0.01	0.00	0.03	
I.R	4	-1420	-149	46	0	-1	-5	1	0.02	0.11	0.24	
I.S	4	-1420	209	46	0	-1	8	1	0.03	0.11	0.29	
I.C	4	-1420	-149	-19	0	1	-5	1	0.02	0.11	0.24	
I.D	4	-1420	209	-19	0	1	8	1	0.03	0.11	0.29	
I.E	4	1430	-149	46	0	-1	-5	1	0.02	0.12	0.24	
I.F	4	1430	209	46	0	-1	8	1	0.03	0.12	0.29	
I.G	4	1430	-149	-19	0	1	-5	1	0.02	0.12	0.24	
I.H	4	1430	209	-19	0	1	8	1	0.03	0.12	0.29	
I.I	4	-998	-136	58	0	-1	-5	1	0.02	0.08	0.20	
I.J	4	-998	196	58	0	-1	7	1	0.03	0.08	0.25	
I.K	4	-998	-136	-31	0	1	-5	1	0.02	0.08	0.20	
I.L	4	-998	196	-31	0	1	7	1	0.03	0.08	0.25	
I.M	4	1008	-136	58	0	-1	-5	1	0.02	0.09	0.20	
I.N	4	1008	196	58	0	-1	7	1	0.03	0.09	0.25	
I.O	4	1008	-136	-31	0	1	-5	1	0.02	0.09	0.20	
I.P	4	1008	196	-31	0	1	7	1	0.03	0.09	0.25	
I.Q	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_top -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 soprastanti, 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_top mod.750)

1/7	145/7	136/7	131/7	125/7	118/7	111/7	104/7	97/7	91/7	84/7	77/7	70/7	63/7	56/7	50/7	43/7	36/7	2/7	9/7	16/7	23/7		
160/7	144/7	137/7	130/7	124/7	117/7	110/7	105/7	98/7	90/7	83/7	76/7	69/7	62/7	55/7	48/7	41/7	35/7	1/7	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	81/7	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	156/7	122/7	115/7	108/7	101/7	153/7	83/7	81/7	74/7	67/7	60/7	150/7	152/7	151/7	40/7	33/7	5/7	12/7	19/7	26/7	
140/7	141/7	134/7	126/7	121/7	114/7	107/7	100/7	94/7	87/7	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	127/7	120/7	113/7	106/7	99/7	92/7	85/7	78/7	71/7	65/7	58/7	52/7	45/7	38/7	31/7	7/7	14/7	21/7	28/7		
146/7	129/7	132/7	125/7	122/7	115/7	112/7	105/7	96/7	89/7	82/7	75/7	68/7	61/7	54/7	37/7	51/7	44/7	37/7	50/7	6/7	15/7	22/7	29/7

numerazione elementi fondo vasca

2/5	43/5	41/5	39/5	31/5	35/5	23/5	31/5	29/5	27/5	25/5	25/5	11/5	19/5	17/5	15/5	11/5	11/5	9/5	7/5	5/5	2/5
1/5	44/5	42/5	40/5	58/5	56/5	34/5	52/5	39/5	28/5	26/5	24/5	21/5	20/5	18/5	16/5	14/5	12/5	10/5	8/5	6/5	4/5

111/5	108/5	107/5	105/5	103/5	101/5	98/5	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	68/5
112/5	110/5	108/5	106/5	104/5	102/5	100/5	98/5	96/5	94/5	90/5	90/5	88/5	86/5	84/5	82/5	80/5	78/5	76/5	74/5	72/5	70/5

113/5	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
43/5	47/5	49/5	51/5	53/5	55/5	115/5

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

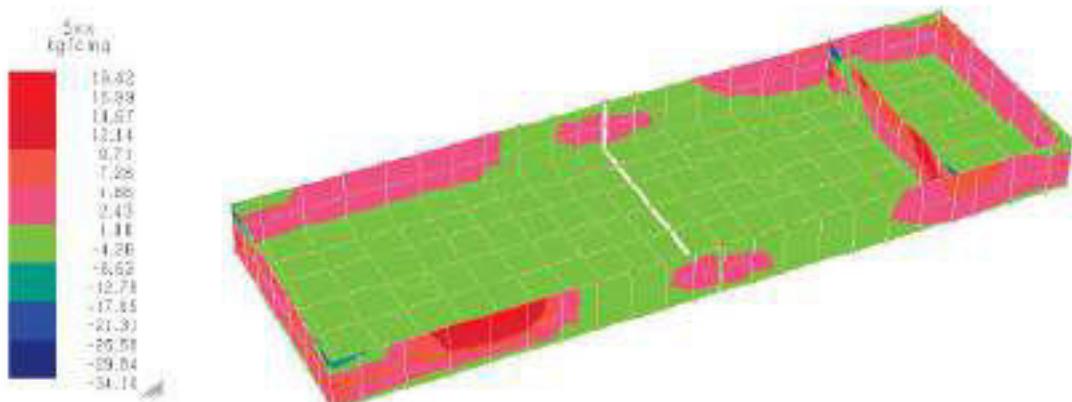
numerazione elementi rialzo laterale vasca

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

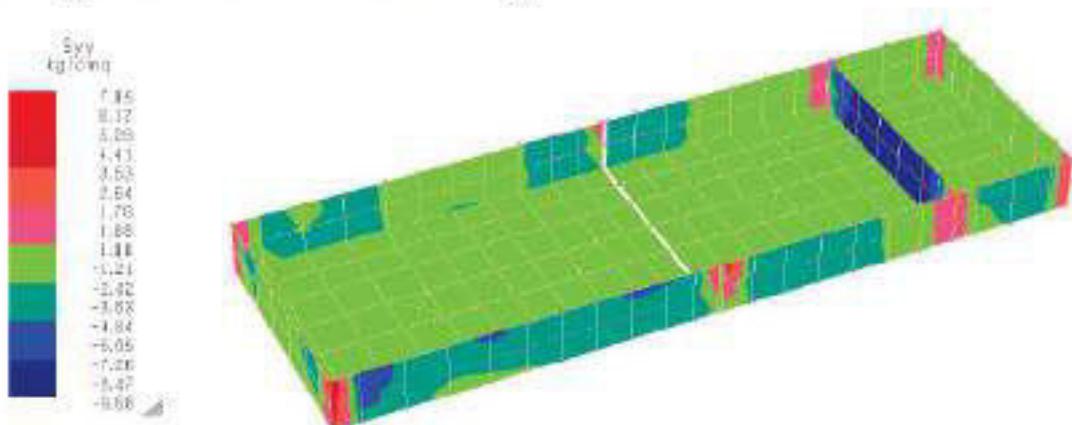
In particolare, si riporta per la verifica SLV+SLU:

- Inviluppo sollecitazioni agenti Sxx
- Inviluppo sollecitazioni agenti Syy
- Inviluppo sollecitazioni agenti Mxx
- Inviluppo sollecitazioni agenti Myy

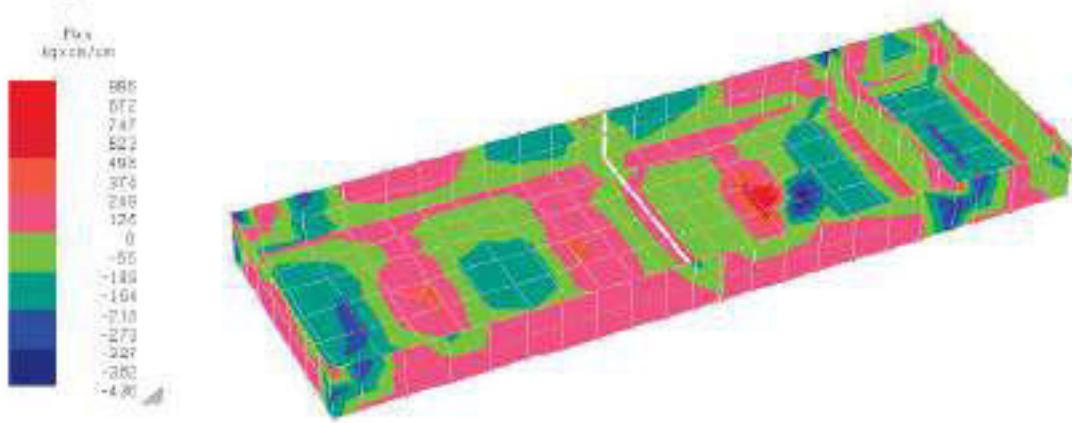
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale Sxx



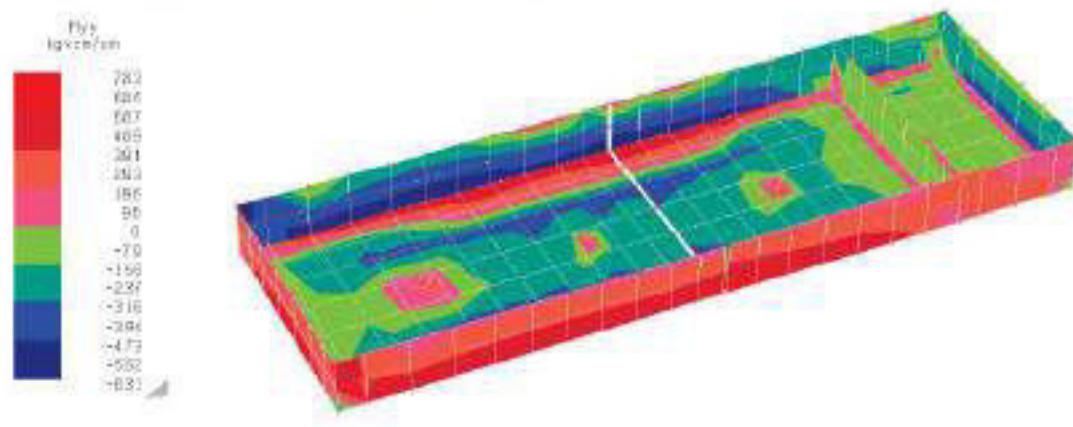
Inviluppo ente sollecitante sforzo normale Syy



Inviluppo ente sollecitante sforzo normale Mxx



Involuppo ente sollecitante sforzo normale Myy



Verifica SLU elemento FONDO VASCA con ente sollecitante Myy

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70P 750 - Ferla - q=1
 Elém.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 7 Tabella: Tabella gusci FONDAZIONI
 Descrizione: vasca fondazione
 Rok: 400,00 kg/cm² fyk: 4580,0 kg/cm² Copriferro sup.: 2,5 cm Copriferro inf.: 2,5 cm
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico e sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)
 Coeff. di partecipazione Myy: 0,50 Coeff. di partecipazione Sxy: 0,50
 dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm pxx: 20 cm dxx egg.: 8 mm pxx egg.: 90 cm
 dyv base sup.: 5 mm dyv base inf.: 5 mm pyy: 20 cm dyv egg.: 8 mm pyy egg.: 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 ($Vz/Vrdl > 1$); vedere righe riassuntive.

El. comb.	Mxx		Myx		Myy		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								
71 IA	0	-9	0	-10	141	966	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,37
71 IB	0	-9	0	-10	141	966	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,37
71 IC	0	19	0	103	97	1375	0,20	0,20	0,64	0,20	0,20	0,20	0,20	0,44
71 ID	0	19	0	103	97	1375	0,20	0,20	0,64	0,20	0,20	0,20	0,20	0,44
71 II	0	-17	0	-33	149	979	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,38
71 IJ	0	-17	0	-33	149	979	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,38
71 IK	0	27	0	126	64	1381	0,20	0,20	0,87	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40
71 IL	0	27	0	126	64	1381	0,20	0,20	0,87	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40
71 2	0	8	0	17	258	1846	0,20	0,20	0,42	0,20	0,20	0,20	0,20	0,38

Spess.= 7,0 cm Axixinf= -- Axixsup= -- Ayyinf= 6 d 6/90 Ayyup= -- (e arm. base nelle due direz.)

Verifica SLU elemento RIALZATO VASCA con ente sollecitante Myy

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70P 750 - Ferla - q=1
 Elém.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 5 Tabella: Tabella gusci FONDAZIONI
 Descrizione: rialzato vasca
 Rok: 400,00 kg/cm² fyk: 4580,0 kg/cm² Copriferro sup.: 2,5 cm Copriferro inf.: 2,5 cm
 Per le combinazioni sismiche la capacità è valutata in campo elastico e sostanzialmente elastico (§7.4.1 NTC2018)
 Coeff. di partecipazione Myy: 0,50 Coeff. di partecipazione Sxy: 0,50
 dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm pxx: 20 cm dxx egg.: 8 mm pxx egg.: 90 cm
 dyv base sup.: 5 mm dyv base inf.: 5 mm pyy: 20 cm dyv egg.: 8 mm pyy egg.: 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 ($Vz/Vrdl > 1$); vedere righe riassuntive.

El. comb.	Mxx		Myx		Myy		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								
24 IA	775	-2	151	14	16	477	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,32	0,06	0,07
24 IB	-554	-2	-690	14	16	477	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,02	0,04	0,06
24 IC	775	22	151	113	31	906	0,20	0,20	0,31	0,20	0,20	0,93	0,06	0,13
24 ID	-556	22	-690	112	31	906	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,72	0,06	0,12
24 II	1109	-5	469	-11	3	390	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,78	0,07	0,06
24 IJ	-890	-5	-1007	-11	9	398	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,02	0,07	0,05
24 IK	1109	29	469	137	26	973	0,31	0,20	0,42	0,20	0,20	0,95	0,07	0,14
24 IL	-890	29	-1007	137	26	973	0,20	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	0,20	0,64	0,02	0,15

Spess.= 15,0 cm Axixinf= 1 d 8/90 Axixsup= -- Ayyinf= 2 d 8/60 Ayyup= -- (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), Frequenti (4), e Quasi Permanente (5) estrapolandoli dal calcolo riportato in allegato.

Fondo vasca

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Ferla - q=1

Class.: GESSCIO (piastrelle) Gruppo: 7 Tabella: Tabella guasci FONDAZIONI

Descrizione: vasca fondazione

Rck: 400.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm² Condizioni ambientali: Aggressiva

Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm

Coeff. di partecipazione Myx: 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.	Nax		Mnx		Nyy		Myy		Ann inf.		Ann sup.		Lyx inf.		Lyx sup.		Sx	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg*m/20 cm	kg/20 cm	kg*m/20 cm	cmq / 20 cm	kg/cmq	mm													
78 3	0	0	6	0	57	0.20	0.20	0.64	0.20	-87.67	2145.5	--	rara							
85 3	0	0	9	0	52	0.20	0.20	0.53	0.20	-85.54	2316.9	--	rara							
78 4	0	0	3	0	47	0.20	0.20	0.44	0.20	—	—	—	0.23 freq.							
78 5	0	0	5	0	45	0.20	0.20	0.75	0.20	-65.47	—	—	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:

$$CC_4(\text{frequente}) \text{max} = W 0.23 \text{mm} << W_2 = 0.30 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma 5)}$$

$$CC_5(\text{quasi permanente}) \text{max} = W 0.15 \text{mm} << W_2 = 0.20 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 comma 5)}$$

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

Rialzi della vasca

Lavoro: BDM2-70p 750 Intestazione lavoro: BDM2 70p 750 - Ferla - q=1
 Elemt.: 00SCIO (piastra) Gruppo: 5 Tabella: Tabella guasti FONDAZIONI
 Descrizione: rialzo 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 May: 0.50 Coeff. di partecipazione Sky: 0.50
 dxz base sup.: 5 mm dxz base inf.: 5 mm pxz: 20 cm dxz agg.: 8 mm pxz agg.: 90 cm
 dyz base sup.: 5 mm dyz base inf.: 5 mm pyz: 20 cm dyz agg.: 8 mm pyz 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.	Rax	Mxx	Myy	Myy	Axx inf.		Axx sup.		Ayy inf.		Ayy sup.		Sc	Sf	w	Note
					kg/10 cm	kg*m/20 cm	kg/10 cm	kg*m/20 cm	cmq / 20 cm	cmq / 10 cm	kg/cmq	mm				
100 3	-64	-25	-438	-84	0.20	0.20	0.20	0.20	0.31	-31.48	1583.6	--	rara			
100 5	-42	-19	-339	-67	0.20	0.20	0.20	0.20	0.31	-24.50	--	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:

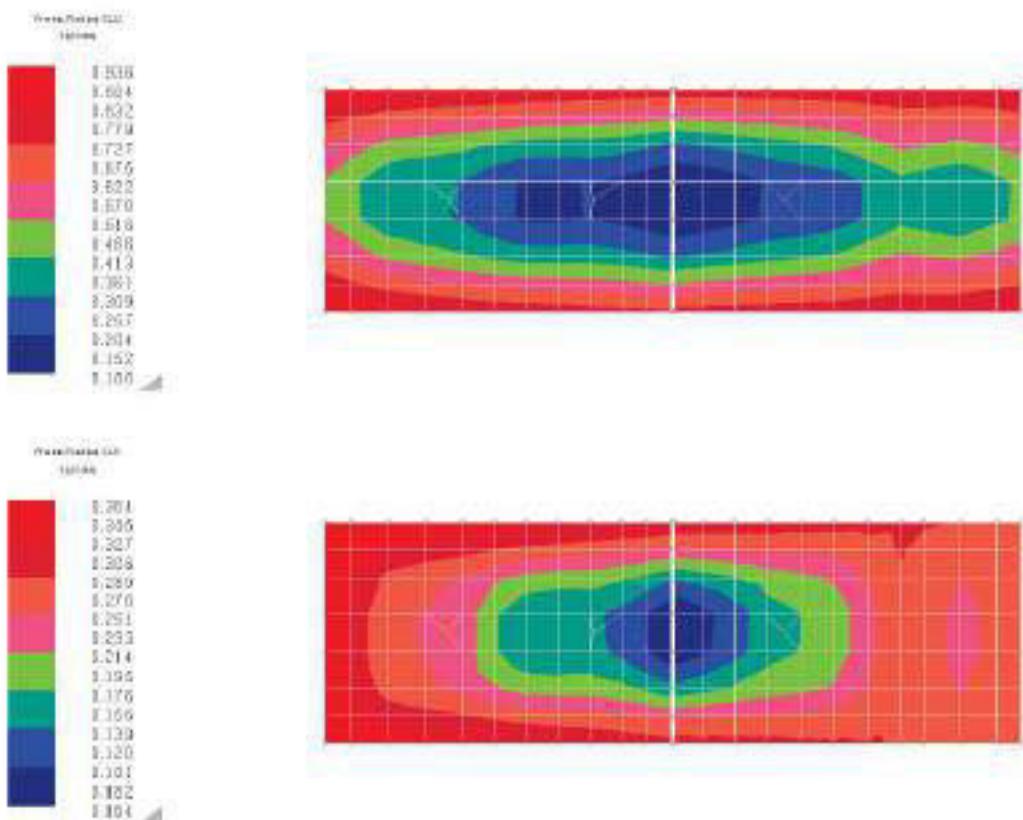
$$CC_4(\text{frequente}) \text{ max} = W 0.00 \text{ mm} << W_2 = 0.30 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 colonna c)}$$

$$CC_5(\text{quasi permanente}) \text{ max} = W 0.00 \text{ mm} << W_1 = 0.20 \text{ mm} \text{ (punto 4.1.2.2.4 colonna c)}$$

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 committente 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

P.I. +39 0481.779.503 I.R.
Fax +39 0481.777.125
E-mail: info@amv.it
www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 I.V.
P.IVA: IT00362470318
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO
00362470318 - 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) è disponibile sia il manuale tecnico 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 strutturata, 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 numerico 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 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 minimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come Thick Reordered 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 rigidità geometrica.

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

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.

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 modellizzazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti molissime procedure di controllo e filtri di autodie-gnostica. 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 modellizzazione. 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 festa 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 quelli contemplati dalle disposizioni chimiche in applicazioni, 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) dei modelli 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 manutenzionali o di aggiornamento.

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

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"> ▪ eventuali fenomeni di deterioramento e di degrado dei materiali con particolare attenzione alle solette di copertura ed alle pareti strutturali in c.a. ▪ eventuali fenomeni di dissesto delle strutture (lesioni, fessure, distacchi, sedimenti differenziali ecc.) ▪ 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. ▪ lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disaggreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali; ▪ lo stato dei vincoli e delle unioni tra la soletta di copertura ed il fusto come descritto nella Tav. n°4. 	Cadenza annuale
ANCORE di sollevamento	<p>Ispezionare accuratamente le ANCORE di sollevamento e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ eventuali fenomeni di eccessiva ossidazione delle boccole di acciaio; ▪ 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; ▪ lo stato di conservazione delle parti in c.a. che permettono 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). ▪ 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. 	Cadenza annuale
GUAINE di copertura	<p>Ispezionare le Guaine Elastomeriche di copertura e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ eventuali accumuli di detriti e polveri di deposito che non permettono il corretto deflusso dell'acqua piovana sulla copertura verso il perimetro esterno; ▪ lo stato di degrado delle guaine di copertura con verifica delle azioni negative atmosferiche sulle stesse; ▪ l'assenza di crepe che potrebbero permettere infiltrazioni nelle strutture in c.a. ed effettuare eventuali ripristini delle guaine elastomeriche. 	Cadenza annuale
FONDAZIONE	Ispezionare accuratamente la FONDAZIONE e controllare:	Cadenza triennale

- lo stato della vasca di fondazione al perimetro esterno e rilevare eventuali presenze di fessure o crepe nel cls;
- 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;
- lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disaggreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali;
- 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.
- dovrà inoltre essere accertato lo stato di conservazione delle ancore di sollevamento di questo prefabbricato come indicato al punto precedente.
- sotto soletta di calpestio, controllare accuratamente l'efficacia e la messa in forza dei pilastrini di appoggio visionando gli stessi dalle consuete forometrie o cunicoli presenti nella soletta di calpestio.

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

: framar - TMT srl - San Bavello – SAN GODENZO (fi)

: Ing. Gino Venturucci (Pontassieve- fl.)

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 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.to 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 φ5 maglia 20x20 e da barre di armatura φ8 e del φ10 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:

L _e [cm.]	B _i [cm.]	Spess. Soletta Fondo [cm.]
375+375	242	7
350+350	242	7
350+300	242	7
335+335	242	7

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) 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).

$f_{yk} \geq f_{y nom} = 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} \geq f_{u nom} = 540 \text{ N/mm}^2$ (rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018
tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ib)

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{yd} = 1.96 \%$$

$$\varepsilon_{ud} = 67.5 \%$$

Rete di acciaio eletrosaldato 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).

$f_{yk} \geq f_{y nom} = 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{uk} \geq f_{u nom} = 540 \text{ N/mm}^2$ (rispondenti ai requisiti del D.M. 17/1/2018
tab. 11.3.Ia e tab. 11.3.Ic)

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ N/mm}^2$$

$$\varepsilon_{yd} = 1.96 \%$$

$$\varepsilon_{ud} = 67.5 \%$$

Acciaio tondo per c.a. idoneo a realizzare eventuali ganci ad occhiello per il sollevamento con resilienza KV ($0^\circ\text{C.} >= 3.5 \text{ Kgm/cm}^2$) o ancore dotate di boccole solidali con barre ad aderenza migliorata della portata al sollevamento richiesta.

S 235 N/mm²

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 $f_{yt} = 649 \text{ N/mm}^2$ $f_b = 800 \text{ N/mm}^2$

• CALCESTRUZZO

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

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/m ³ |
| 2. Aggregato misto sabbia + ghiaia 0/12mm. GA 90 UNI EN 12620 dosata a | 1750 kg/m ³ |
| 3. Acqua secondo Norma UNI EN 1008:2003 | 200 lt/m ³ |

Per un totale peso volumetrico cls armato pari 2400 kg/m³ ed un $R_{ek} = 40 \text{ N/mm}^2 (408 \text{ kg/cm}^2) - \mathbf{C32/40}$

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.

$$f_{ek} = 0.83 \times R_{ek} = 33.20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ed} = \alpha_{ec} f_{ek} / \gamma_c = (0.85 \times 33.20) / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2 (= 0.47 R_{ek})$$

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:

C

Aggressività:

Aggressive

Classe di esposizione EN 206-1:2006

XC4

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

C32/40

Ricoprimento minimo solette Tab A.2 EN13369-08

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. 8₂)

Calcolo dello sforzo sollecitante S nell'ancoraggio:

Peso max. metà della vasca di Fondazione $750/2 \times 242 P = 3573 \text{ Kg}$

- 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 sollecitante l'ancoraggio è dato dalla seguente relazione:

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

per cui :

$$S(4) = 20672 \text{ Kg / ancoraggio}$$

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 Rouchi 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 :

Vn ≥ 50 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:

classe d'uso=**Classe II**

Il periodo di riferimento Vr della costruzione valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso Cu=2 risulta:

periodo di riferimento = **Vr = 50 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 (in 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 ²
Peso Proprio sovrastrutture di cop.(guaina):	- 20 Kg/m ²	
Carichi variabili sulla copertura (4.3 DG 2061)	= 489 Kg/m ²	
TOTALE CARICHI VERTICALI	= 657 Kg/m²	

CARICO NEVE

ssi adotta il valore carico neve prescritto da ENEL nel DG 2061 ed. 8 al cap. 4.2. corrispondente a **480 Kg/m²**.

CARICHI sulla PIATTAFORMA DI CALPESTIO

Peso Proprio Soletta in opera su plates : 0.10 * 1850	= 185 Kg/m ²	
Carichi Variabili piano di calpestio:	= 612 Kg/m ²	(=carico Enel DG 2061 ed.8)
TOTALE CARICHI DISTRIBUITI su PIATTAFORMA	= 797 Kg/m²	(7.81kN/m²)

Carico distribuito sul calpestio secondo specifiche Enel DG 2061 ed. 8 previsti in 612 Kg/m² 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'accellerazione massima rilevabile sul territorio nazionale: a_g 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_g 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_o e T_r* 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 illa vasca di fondazione).

AZIONE SISMICA per SLV

(indagata come "stati limite ultimi" SLU)

FASE 1: INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

<input checked="" type="checkbox"/> Analisi del territorio	PERICOLOSI: 11.6390	PERICOLOSI: 21.1972
<input type="checkbox"/> Analisi dei rischi	RISCHIO: Sullo	RISCHIO: Di incendio
Individuazione (Analisi della rete stradale e dei luoghi di insediamento)		
Analisi per il territorio <input checked="" type="checkbox"/> Territorio italiano		
		
Rischi territoriali: <input checked="" type="checkbox"/> Rischio sismico <input type="checkbox"/> Rischio vulcanico <input type="checkbox"/> Rischio alluvionale		
Caratteristiche: <input checked="" type="checkbox"/> Industria e servizi <input type="checkbox"/> Residenza ed edilizia <input type="checkbox"/> Agroalimentare		
Individuazione: <input checked="" type="checkbox"/> Individuazione spazio		

Valori dei parametri a_0 , F_0 , T_0 per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T ₀ (mm)	% ΔL	t ₀ (J)	t _c (J)
30	0.09	249	0.34
50	0.07	250	0.36
72	0.00	247	0.27
104	0.12	2302	0.29
140	0.14	2282	0.215
203	0.17	2205	0.358
475	0.27	2279	0.424
1076	0.40	2359	0.471
2495	0.62	2383	0.564

La scuola dell'Industria ha programmato, nell'anno del bicentenario, un ciclo di convegni e responsabilità sociali, intitolato "Il Consenso Superiore dei Lavori Pubblici: non potrà esservi altro responsabile se non i risultati della funzionalità dello stesso".

Come azioni esterne dovute agli eventi sismici viene analizzata una presunta installazione del prefabbricato BDM2-R1-70n secondo i segmenti parametri:

T_R = 475 anni

Sito = lat: 37.11972° lon: 14.93992°

Zona di Sismicità massima = $a_s/g = 0,28$ $F_0=2,28$ $T_c=0,42$

Categoria di suolo di fondazione = D

Fattore Topografico = **1,4** (T4)

Classe di Duttilità CP "B"

Le verifiche di sicurezza sono effettuate allo stato li-

esterni della neve e dei carichi permanenti e varia-

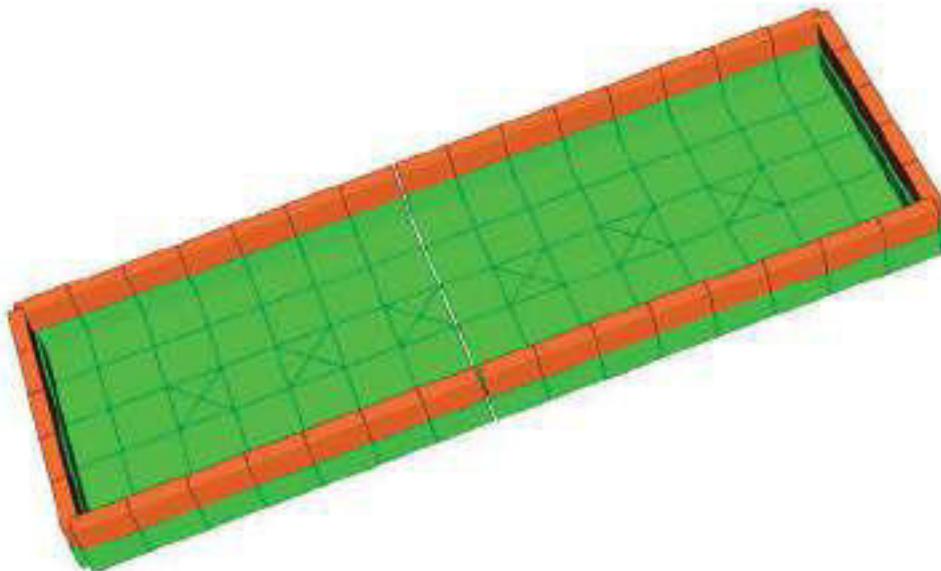
stante. Il comportamento strutturale è valutato considerando una classe di duttilità "bassa" (CD"B").

7.2.4 VERIFICHE STRUTTURALI

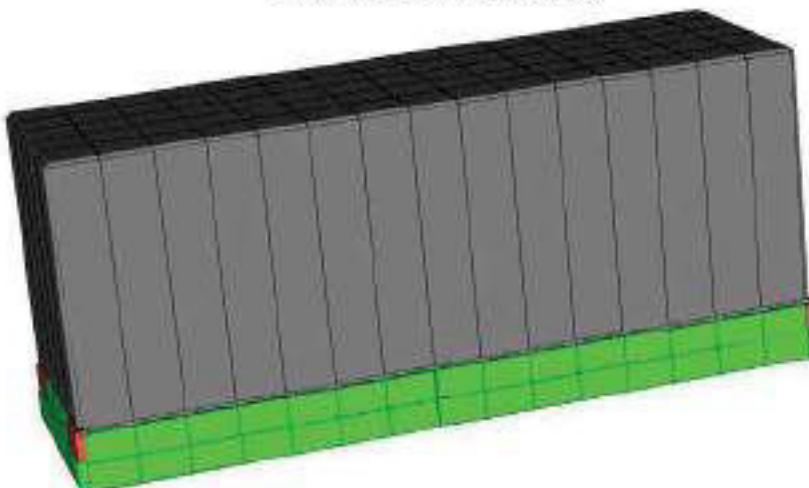
La vasca di fondazione, come rappresentato nella Tav. n°6-6_{aA} in allegato, è costituita da due elementi distinti collegati tra se e formati essenzialmente da una lastra orizzontale in c.a. prefabbricata opportunamente sagomata e solidarizzata in stabilimento con unico getto di cts al cordolo perimetrale rialzato. Le due parti distinte della fondazione (*che in genere sono prodotte in modo speculari tra se*) vengono giunse con 4 collegamenti meccanici del tipo φ16x80MA 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_{2P}.



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 ($q_a=1$)

55/1	56/1	57/1	58/1	59/1	60/1	61/1	62/1	63/1	64/1	65/1	66/1	67/1	68/1	69/1
41/1	42/1	43/1	44/1	45/1	46/1	47/1	48/1	49/1	50/1	51/1	52/1	53/1	54/1	55/1
31/1	32/1	33/1	34/1	35/1	36/1	37/1	38/1	39/1	40/1	41/1	42/1	43/1	44/1	45/1
16/1	17/1	18/1	19/1	20/1	21/1	22/1	23/1	24/1	25/1	26/1	27/1	28/1	29/1	30/1
1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	14/1	15/1

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

35/8	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
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

numerazione elementi rialzo laterale lato lungo

40/8	39/8	38/8	37/8	36/8
40/9	39/9	38/9	37/9	36/9

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
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
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	0.561

TR utilizzato nel progetto	475 anni
Comportamento strutturale	NON Dissipativo

STATO LIMITE ULTIMO

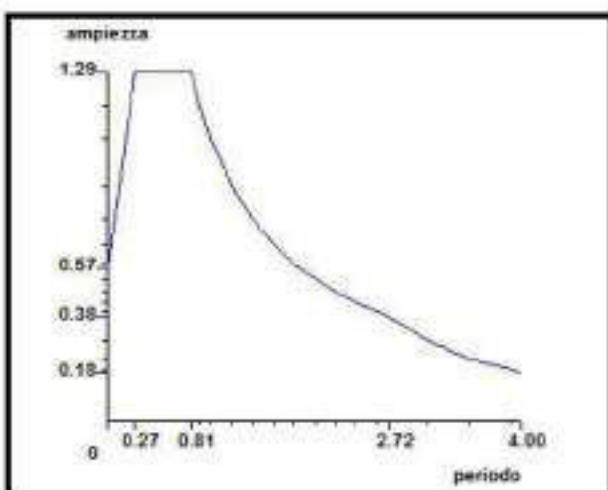
Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	5%
Numero di frequenze	150

Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Periodo proprio T1 in direzione X	0.000
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.000

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	COC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2018



Fattore di importanza y 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.

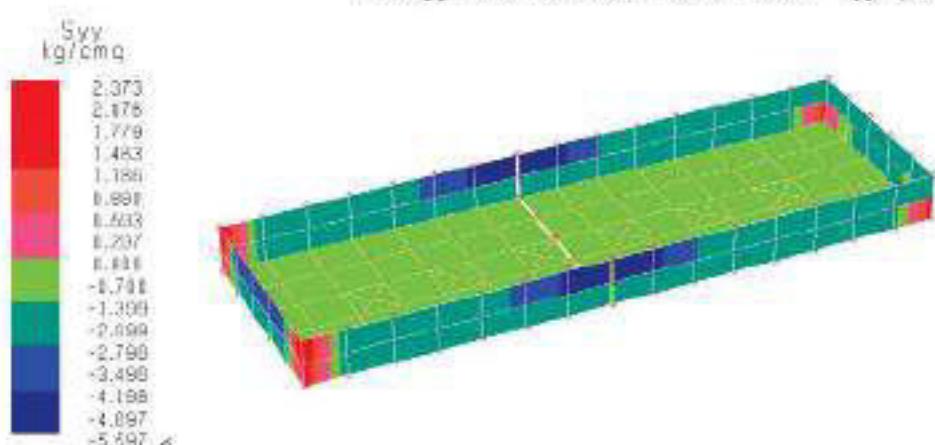
Alla testa del cordolino di parete laterale si sono considerate applicate le azioni esterne trasmesse dalla cabina BDM2-R1-70p precedentemente analizzata con $q_0=1$.

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 utilizzante i parametri di cui al prospetto riportato sopra a pag. 14.

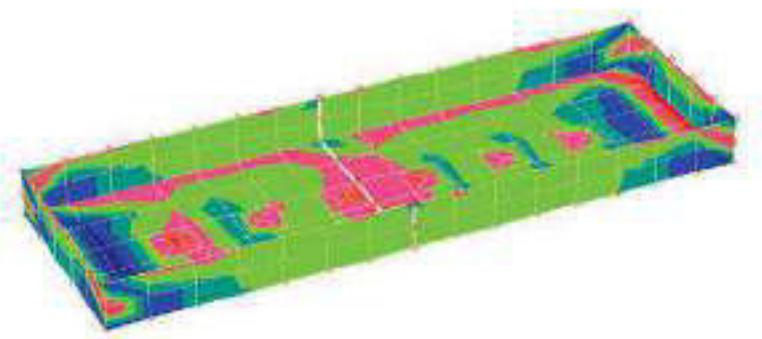
Involucro ente sollecitante Sforzo Norm. Sxx (statica) cordolo rialzato



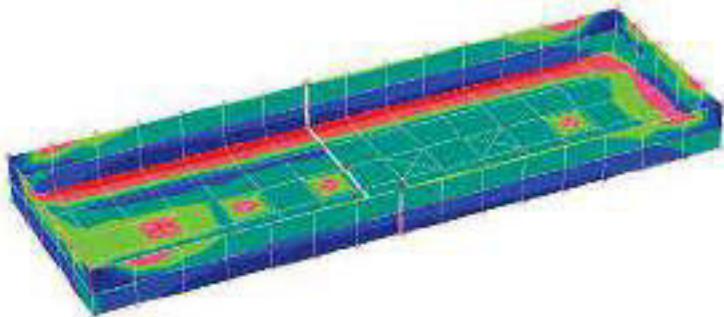
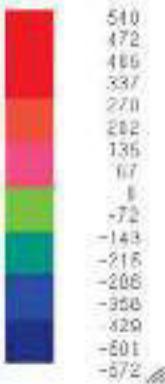
Involucro ente sollecitante sforzo norm. Syy (statica) cordolo rialzato



Involucro ente sollecitante Momenti Mxx (statica) vasca completa

Max.
kg/cm²/on

Inviluppo ente sollecitante Momenti Myy (statica) vasca completa

Myy
kg/cm²/on**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
 Bok: 440.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm² Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm
 Coeff. di partecipazione Myx: 0.50 Coeff. di partecipazione Myy: 0.50
 dxz base sup.: 5 mm dxz base inf.: 5 mm pxz: 20 cm dxz agg.: 8 mm pxz agg.: 50 cm
 dyz base sup.: 5 mm dyz base inf.: 5 mm pyz: 20 cm dyz agg.: 8 mm pyz agg.: 90 cm
 Orientamento armature: rif. globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi
 Diametro staffa: 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 ($Vz/Vrdi > 1$): vedere righe riassuntive

El. comb.	Mxx		Myy		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	cm ² /20 cm							
2 1A	0	-22	0	-23	239	604	0.20	0.20	0.20	0.20	0.55	0.00	0.30
2 1B	0	-22	0	-23	239	604	0.20	0.20	0.20	0.20	0.55	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 1I	0	-24	0	-32	286	829	0.20	0.20	0.20	0.20	0.80	0.00	0.30
2 1J	0	-24	0	-32	286	829	0.20	0.20	0.20	0.20	0.80	0.00	0.30
2 1K	0	9	0	57	7	931	0.20	0.20	0.42	0.20	0.70	0.00	0.33
2 1L	0	9	0	57	7	931	0.20	0.20	0.42	0.20	0.70	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

Spesse: = 7.0 cm Axxinf= -- Axissup= -- Ayyinf= 2 d 8/30 AyySup= -- (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 (piastre) Gruppo: 0 Tabella: Tabella gusci

Descrizione: cordole vasca 1 fascia

Rck: 440.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm² Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm

Coeff. di partecipazione txy: 0.50 Coeff. di partecipazione txy: 0.50

dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm pxx: 20 cm dxx agg.: 8 mm pxx agg.: 90 cm

ddy base sup.: 5 mm ddy base inf.: 5 mm pyy: 20 cm ddy agg.: 8 mm pyy agg.: 90 cm

Orientamento armatura: rif_globale Angolo di posa delle armature: 0.00 gradi

Diametro stelle: 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 ($V_s/V_{rdl} > 1$); vedere righe riassuntive.

El. comb.	Mxx		Myy		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								N, M	txy	Vz/Vrdl
5 1A	460	-11	-66	-80	1	542	0.20	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	0.20	0.30	0.01	0.05
5 1C	460	-1	-66	-23	10	542	0.20	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	0.20	0.02	0.01	0.03
5 1I	377	-14	94	-95	2	529	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.87	0.01	0.06
5 1J	-355	-14	-743	-95	2	529	0.20	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	0.20	0.26	0.01	0.06
5 1L	-355	2	-743	-8	7	529	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.01	0.01	0.03
5 2	-31	-9	-510	-75	7	715	0.20	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.)

VERIFICA a FESSURAZIONE

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

Elm.: GUSCIO (piastre) Gruppo: I Tabella: Tabella gusci

Descrizione: fondo vasca

R0k: 440.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm² Condizioni ambientali: Aggressiva

Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm

Coeff. di partecipazione Myz: 0.50 Coeff. di partecipazione Sxy: 0.50

dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm pxz: 20 cm dxx agg.: 8 mm pzx agg.: 90 cm

dyy base sup.: 5 mm dyy base inf.: 5 mm pyz: 20 mm 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.	Sx	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	

STAMPA SINOTTICA (stampa degli elementi con massime 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	cmq / 20 cm	cmq / 20 cm		kg/cmq	mm	
70 3	0	33	0	11	0.42	0.20	0.31	0.31	-21.09	35.0 — 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:

$$\text{CC}_4(\text{frequente}) \text{ max} = w 0.00 \text{ mm} \quad << w_2 = 0.30 \text{ mm (punto 4.1.2.2.4.1 colonna c)} \text{ VERIFICATA}$$

$$\text{CC}_5(\text{quasi permanente}) \text{ max} = w 0.00 \text{ mm} \quad << w_1 = 0.20 \text{ mm (punto 4.1.2.2.4.1 colonna c)} \text{ VERIFICATA}$$

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
 Elam.: GUSCIO (piastra) Gruppo: 8 Tabella: Tabella gusci
 Descrizione: cordolo vasca 1 fascia
 Rock: 440.00 kg/cm² fyk: 4580.0 kg/cm² Condizioni ambientali: Aggressiva
 Copriferro sup.: 2.5 cm Copriferro inf.: 2.5 cm
 coeff. di partecipazione myx: 0.50 coeff. di partecipazione myy: 0.50
 dxx base sup.: 5 mm dxx base inf.: 5 mm posx 20 cm dxx agg.: 8 mm posx agg.: 90 mm
 dyx base sup.: 5 mm dyx base inf.: 5 mm posy 20 cm dyx agg.: 8 mm posy agg.: 90 mm
 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

EI. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg ² m/20 cm	kg/20 cm	kg ² m/20 cm	cmq / 20 cm	kg/cm ²	mm					

STAMPA SINTETICA {stampa degli elementi con massime Sc, Sf, w}

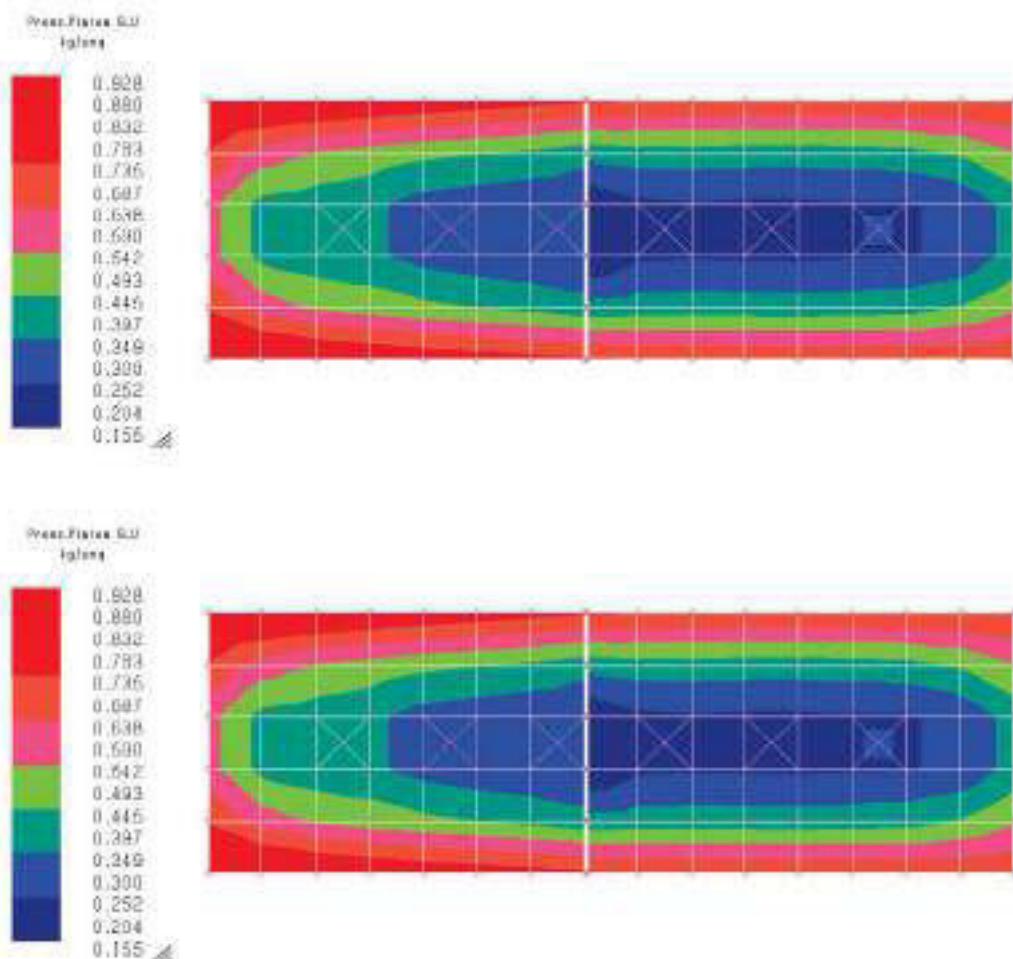
EI. comb.	Nxx	Mxx	Nyy	Myy	Axx inf.	Axx sup.	Ayy inf.	Ayy sup.	Sc	Sf	w	Note
	kg/20 cm	kg ² m/20 cm	kg/20 cm	kg ² m/20 cm	cmq / 20 cm	kg/cm ²	mm					
7	3	21	-8	-406	-60	0.20	0.20	0.20	0.20	-17.97	1003.2	-- rara
8	3	16	-7	-346	-56	0.20	0.20	0.20	0.20	-17.21	1023.8	-- rara
5	5	11	-6	-324	-52	0.20	0.20	0.20	0.20	-15.64	--	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 spertura delle fessure **w** pari a:

CC ₄ (frequente) max	= w 0.00mm	<< W ₂ = 0.30 mm (punto 4.1.2.2.4.1 comma c)	VERIFICATA
CC ₅ (quasi permanente) max	= w 0.00mm	<< W ₁ = 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=16x80MA cl. 8.8 disposte nella soletta di fondo della vasca e nel cordolo laterale, come rappresentato nei disegni esecutivi (vedi Tav. 6-6a)

Nel modello strutturale di verifica il sistema dei collegamenti meccanici (D=16mm 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 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 taglienti, 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.

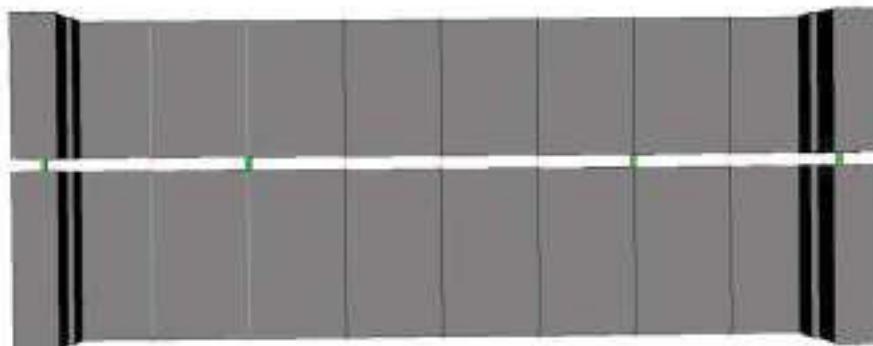
Di seguito si riporta la verifica dei collegamenti meccanici a vite tra le 2 solette orizzontali della vasca di fondazione nella condizione di carico sismica di cui al cap. 7.2.4. Le verifiche di questi elementi di collegamento sono opportunamente svolte con EUROCODICE 3 – NTC 2018 ed utilizzando, solo 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 mm cl. 8.8)



numerazione degli elementi di collegamento $\phi 16 \times 80\text{MA}$

2f3

3f3

4f3

1f3

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
 $\gamma_{M0} = 1.050$ $\gamma_{M1} = 1.050$ $\gamma_{M1'} = 1.050$ $\gamma_{M2} = 1.250$ $\gamma_{Rv} = 0.000$ $\gamma_{M0} Df = 1.000$ $\gamma_{M1} Df = 1.000$
 Tipo collegamento: bullonato Connessione su due lati

ASTA NUM. 1 NT 441 MF 442 Lungh. 3.0 cm SEZ. 4 Cp D= 1.6 cm

Categoria: p.p. y Qy tot.

Qy medio: 0.0150 0.0150 kg/cm

Sollecitazioni di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

N°	n.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I-U.T.	I.R.m.	I.R.	Nota
		kg			kg*m							
IA	0	-107	-5	6	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01	
IB	0	-107	4	6	0	0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
IC	0	-107	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
ID	0	-107	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
IE	0	263	-5	6	0	0	0	1	0.00	0.02	0.02	
IF	0	263	4	6	0	0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
IG	0	263	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.03	
IH	0	263	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.03	
II	0	-494	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
IJ	0	-494	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
IK	0	-494	-2	-12	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
IL	0	-494	2	-12	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
IM	0	649	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05	
IN	0	649	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
IO	0	649	-2	-12	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.06	
IP	0	649	2	-12	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.06	
I	0	74	0	-10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
IA	2	-107	-5	6	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
IB	2	-107	4	6	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
IC	2	-107	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
ID	2	-107	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
IE	2	263	-5	6	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
IF	2	263	4	6	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
IG	2	263	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
IH	2	263	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
IJ	2	-494	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
IK	2	-494	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
IL	2	-494	-2	-12	0	0	0	1	0.00	0.04	0.04	
IM	2	649	-2	0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05	
IN	2	649	2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
IO	2	649	-2	-12	0	0	0	1	0.00	0.05	0.05	
IP	2	649	2	-12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
I	2	74	-2	-10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
IA	3	-107	-5	6	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
IB	3	-107	4	6	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
IC	3	-107	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01	
ID	3	-107	4	-17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01	
IE	3	263	-5	6	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02	
IF	3	263	4	6	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
IG	3	263	-5	-17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02	
IH	3	263	4	-17	0	0	0	1	0.00	0.02	0.03	
IJ	3	-494	-2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04	
IK	3	-494	2	0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04	
IL	3	-494	-2	-12	0	0	0	1	0.00	0.04	0.04	
IM	3	649	-2	0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05	
IN	3	649	2	0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05	
IO	3	649	-2	-12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.06	
IP	3	649	2	-12	0	0	0	1	0.00	0.05	0.06	
I	3	74	-2	-10	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01	

ASTA NUM. 2 NT 441 MF 442 Lungh. 3.0 cm SEZ. 4 Cp D= 1.6 cm

Categoria: p.p. y Qy tot.

Qy medio: 0.0150 0.0150 kg/cm

Sollecitazioni di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

N°	n.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	I-U.T.	I.R.m.	I.R.	Nota
		kg			kg*m							
IA	0	-108	-4	17	0	0	0	1	0.09	0.01	0.01	
IB	0	-108	5	17	0	0	-0	1	0.06	0.01	0.01	
IC	0	-108	-4	-6	0	-0	0	1	0.09	0.01	0.01	
ID	0	-108	3	-6	0	-0	-0	1	0.09	0.01	0.01	
IE	0	363	-4	17	0	0	0	1	0.09	0.02	0.03	
IF	0	363	3	17	0	0	-0	1	0.09	0.02	0.03	
IG	0	261	-4	-6	0	-0	0	1	0.09	0.02	0.02	
IH	0	363	3	-6	0	-0	-0	1	0.09	0.02	0.02	
II	0	-495	-2	12	0	0	0	1	0.06	0.06	0.04	
IJ	0	-495	2	12	0	0	-0	1	0.06	0.06	0.04	
IK	0	-495	-2	-8	0	0	-0	1	0.06	0.06	0.04	
IL	0	-495	2	-8	0	0	-0	1	0.06	0.06	0.04	

IN	0	649	-2	12	0	0	0	1	0.00	0.05	0.06
IN	0	649	-2	12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.06
IC	0	649	-2	-0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05
IP	0	649	-2	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05
z	0	73	0	10	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01
IA	2	-108	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01
IB	2	-108	-5	17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
IC	2	-108	-4	-6	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01
ID	2	-108	-5	-6	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
IE	2	-262	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02
IF	2	-262	-5	17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02
IG	2	-262	-4	-6	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.02
IH	2	-262	-5	-6	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.02
II	2	-495	-2	12	0	0	-0	1	0.00	0.04	0.04
JJ	2	-495	-2	12	0	0	0	1	0.00	0.04	0.04
IK	2	-495	-2	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04
IL	2	-495	-2	-0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04
IM	2	649	-2	12	0	0	-0	1	0.00	0.05	0.05
IN	2	649	-2	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.05
IP	2	649	-2	-0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05
z	2	73	0	10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
IA	3	-108	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.01	0.01
IB	3	-108	-5	17	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01
IC	3	-108	-4	-6	0	0	-0	1	0.00	0.01	0.01
ID	3	-108	-5	-6	0	0	0	1	0.00	0.01	0.01
IE	3	-262	-4	17	0	-0	-0	1	0.00	0.02	0.03
IF	3	-262	-5	17	0	-0	0	1	0.00	0.02	0.03
IG	3	-262	-4	-6	0	0	-0	1	0.00	0.02	0.02
IH	3	-262	-5	-6	0	0	0	1	0.00	0.02	0.02
II	3	-495	-2	12	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04
JJ	3	-495	-2	12	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04
IK	3	-495	-2	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.04	0.04
IL	3	-495	-2	-0	0	-0	0	1	0.00	0.04	0.04
IM	3	649	-2	12	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.06
IN	3	649	-2	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.05	0.06
IP	3	649	-2	-0	0	-0	0	1	0.00	0.05	0.05
z	3	73	-2	10	0	-0	0	1	0.00	0.01	0.01

ASTA NUM. 3 NI 193 NF 434 Lungh. 3.0 cm SEZ. 4 Cp D= 1.6 cm

Categorie: p.p. y qy tot.

qy medio: 0.0158 0.0158 kg/cm

Caricamenti di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

NC	x	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Classe	T.V.T.	I.R.m.	I.R.	Nota
		cm	kg		kg ² m							
IA	0	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.01	
IB	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IC	0	-0	-103	-0	0	-0	1	1	0.01	0.00	0.01	
ID	0	-0	-14	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IE	0	-0	-103	-0	0	0	1	1	0.01	0.00	0.01	
IF	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IG	0	-0	-103	-0	0	-0	1	1	0.01	0.00	0.01	
IH	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
II	0	-0	-113	0	0	0	0	1	0.03	0.00	0.01	
JJ	0	-0	-1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IK	0	-0	-113	-0	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.01	
IL	0	-0	-1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IM	0	-0	-113	0	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
IN	0	-0	-1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IP	0	-0	-113	-0	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.01	
z	0	-0	-160	-0	0	-0	1	1	0.02	0.00	0.02	
IA	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
IB	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IC	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
ID	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IE	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
IF	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IG	2	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
IH	2	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
II	2	-0	-113	0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
JJ	2	-0	-1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
IK	2	-0	-113	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
IL	2	-0	-1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
IM	2	-0	-113	0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
IN	2	-0	-1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
IP	2	-0	-113	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
z	2	-0	-160	-0	0	0	-1	1	0.02	0.00	0.03	
IA	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.06	
IB	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IC	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.06	
ID	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IE	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.06	
IF	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IG	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.06	

IH	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.09	0.00	0.02
II	3	-0	-118	0	0	-0	-3	1	0.02	0.00	0.08
IJ	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.03	0.00	0.00
IK	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08
IL	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.00	0.00	0.00
IM	3	-0	-118	0	0	-0	-2	1	0.02	0.00	0.08
IN	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.00	0.00	0.00
IO	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08
IP	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.00	0.00	0.00
IQ	3	-0	-161	-0	0	0	-4	1	0.02	0.00	0.09

ASTA NUM. 4 NR 151 MR 431 Largh. 3.0 cm SEN. 6 Op U= 1.6 cm

Categorie: p.p. y qy tot.

qy medio: 0.0158 0.0158 kg/cm

Sollecitazioni di calcolo e di verifica

Indici <= 1 : VERIFICATO

NC	n	Px	Py	Pz	Mx	My	Mz	Classe	I.V.U.	I.R.n.	I.R.	Nota
		cm	kg			kg*cm						
IA	0	-0	-103	-0	0	0	1	1	0.01	0.00	0.01	
IB	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IC	0	-0	-103	-0	0	-0	1	1	0.01	0.00	0.01	
ID	0	-0	-14	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IE	0	-0	-103	-0	0	0	1	1	0.01	0.00	0.01	
IF	0	-0	-14	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IG	0	-0	-103	-0	0	0	-0	1	0.01	0.00	0.01	
IH	0	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
II	0	-0	-118	0	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
IJ	0	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IK	0	-0	-118	-0	0	-0	0	1	0.03	0.00	0.01	
IL	0	-0	1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IM	0	-0	-118	0	0	0	0	1	0.02	0.00	0.01	
IN	0	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IO	0	-0	-118	-0	0	-0	0	1	0.02	0.00	0.01	
IP	0	-0	1	-0	0	-0	-0	1	0.00	0.00	0.01	
IQ	0	-0	-161	-0	0	0	1	1	0.02	0.00	0.02	
IA	3	-0	-103	-0	0	-0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
IB	3	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
IC	3	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
ID	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
IE	3	-0	-103	-0	0	-0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
IF	3	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
IG	3	-0	-103	-0	0	0	-1	1	0.01	0.00	0.02	
IH	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.01	
II	3	-0	-118	0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
IJ	3	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
IK	3	-0	-118	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
IL	3	-0	1	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
IM	3	-0	-118	0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
IN	3	-0	1	0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
IO	3	-0	-118	-0	0	0	-2	1	0.02	0.00	0.04	
IP	3	-0	1	-0	0	0	-0	1	0.00	0.00	0.00	
IQ	3	-0	-161	-0	0	0	-1	1	0.02	0.00	0.03	
IA	3	-0	-103	-0	0	-0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
IB	3	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IC	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
ID	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IE	3	-0	-103	-0	0	-0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
IF	3	-0	-14	-0	0	-0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
IG	3	-0	-103	-0	0	0	-3	1	0.01	0.00	0.04	
IH	3	-0	-14	-0	0	0	-1	1	0.00	0.00	0.02	
II	3	-0	-118	0	0	-0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
IJ	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.00	0.00	0.00	
IK	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
IL	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.09	0.00	0.00	
IM	3	-0	-118	0	0	-0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
IN	3	-0	1	0	0	-0	0	1	0.09	0.00	0.00	
IO	3	-0	-118	-0	0	0	-3	1	0.02	0.00	0.08	
IP	3	-0	1	-0	0	0	0	1	0.09	0.00	0.00	
IQ	3	-0	-161	-0	0	0	-4	1	0.02	0.00	0.09	

7.3 AFFIDABILITÀ 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
(GO) Italia

Ph: +39 0481.777.903 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 Iscrz. 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) 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 multirifrontale 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 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 rigidità elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidità geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilinearare, 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 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.

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 dall'analisi numerica, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti molteplici procedure di controllo e filtri di autodiagnosi. 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 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. 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 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.

Nel 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, segnalandone 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 rigorei check automatici che mettono a confronto i risultati delle 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. Ludiano Migliorini

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 Iscrit. nel Reg. delle Imp. di GO
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



LICENZA D'USO SOFTWARE

Ragione Sociale: VENTURUCCI ING. GINO

Indirizzo: VIA F.LLI CERVI, 31

CAP: 50065 Città: PONTASSIEVE

Prov.: FI

Telefono: 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
MASTERESIST 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	19/06/2013	12/05/2018
MASTERSTEEL TOP	AMV	29.00	28206	19/06/2013	12/05/2018
MASTERNDDO 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./SL/S.L.U	AMV	29.00	33366	18/10/2004	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	Modalità di Manutenzione	Periodicità
Parte strutturale dell' opera		
FONDAZIONE	<p>Ispezionare accuratamente la FONDAZIONE e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lo stato della platea/vasca di fondazione al perimetro esterno e rilevare eventuali presenze di fessure o crepe nel cls; • lo stato di conservazione dei coprifondi 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; • lo stato di conservazione dei calcestruzzi di superficie e, se necessario, proteggere gli stessi dalle azioni disaggreganti del gelo e dell'ambiente aggressivo con materiali e/o betoncini speciali; • 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. • 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. • 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. 	Cadenza triennale
ANCORE di sollevamento	<p>Ispezionare accuratamente le ANCORE di sollevamento e controllare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eventuali fenomeni di eccessiva ossidazione delle boccole di acciaio; • 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; • 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). • 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°6-6A. 	Cadenza annuale