

REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI REGGIO NELL'EMILIA

COMUNE DI REGGIO EMILIA

*PROCEDIMENTO UNICO AI SENSI
DELL'ART. 53 COMMA 1 LETTERA b DELLA L.R. 24/2017
PER L'AMPLIAMENTO DI COMPLESSO INDUSTRIALE
SEDE DELLA DITTA PA S.p.A. IN LOCALITA' BAGNO,
CON INGRESSO DA VIA MILANO n.13 IN COMUNE DI RUBIERA (RE)*

RELAZIONE STRUTTURALE

Relazione tecnica

Schemi grafici

ai sensi dell'art. 10, comma 3, lettera b) della L.R. 19/2008

Committente:

PA S.p.A.

Progetto:

Antares S.r.l.

Direttore Tecnico:

Arch. Guido Tassoni

REV 02

PREMESSA

Ci si riserva di richiedere l'autorizzazione sismica successivamente, e comunque prima dell'inizio dei lavori, e ci si impegna a non iniziare i lavori prima del suo rilascio; la presente relazione contiene gli elaborati grafici, relativi agli schemi e alle tipologie strutturali.

GENERALITA' ED UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

Il complesso produttivo esistente, così come i terreni interessati dal progetto di sviluppo proposto, sono tutti di proprietà della Ditta PA S.p.A., proponente l'intervento.

Le aree edificate del complesso ricadono in parte sul territorio comunale di Reggio Emilia ed in parte sul territorio di Rubiera.

Il terreno interessato dall'ampliamento proposto è individuato dall'Agenzia del Territorio di Reggio Emilia nel Comune di Reggio Emilia al foglio 248 mappali 418, 421, 424, 434, 436, 465 (parte), 612, 626 corrispondenti ad una superficie complessiva di 15.900 mq. .

PROGRAMMA DI SVILUPPO EDILIZIO

L'intervento in oggetto ha lo scopo di realizzare l'ampliamento del complesso produttivo della Ditta PA S.p.A. mediante l'edificazione di due nuovi corpi di fabbrica in ampliamento agli stabilimenti esistenti:

- 1) il primo ampliamento, dello stabilimento B (vedi pianta progetto), posto ad Est destinato all'aumento delle superfici destinate alla produzione in continuità con quella esistente posta più a Nord per poi proseguire con una area per lo stoccaggio dei prodotti finiti e arrivare nella zona terminale posta a Sud con i nuovi uffici e i nuovi spogliatoi del personale;
- 2) il secondo ampliamento, dello stabilimento A (vedi pianta progetto), posto più a Ovest realizzato con la costruzione di un ulteriore magazzino verticale, una vasta superficie destinata alla logistica per finire a Sud con i nuovi uffici destinati alla ricerca e allo sviluppo di nuovi prodotti oltre ad una importante area per il loro collaudo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per tutte le attività di progettazione si fa riferimento alle normative sotto riportate.

- L. n. 1089 del 05 novembre 1971 “ Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso a struttura metallica “
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- UNI EN 1992-1-1:2005 - Eurocodice 2 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”.
- L.R. n.19 del 2008 “Norme per la riduzione del rischio sismico”
- C.M. 02/02/2009 “ Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni “
- D.M. 14.01.2018 “Norme tecniche per le Costruzioni”: Per quanto non diversamente specificato nella norma citata si fa riferimento ai seguenti documenti:
 - 1) Eurocodice 2 – EN 1992-1-1:2015 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”
 - 2) Eurocodice 3 – EN 1993-1-1:2014 “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”

INDICAZIONI GELOGICHE

Lo studio e le relative indagini sono stati eseguiti secondo quanto disposto dal DM 14/1/2008 e dal D.G.R.2193 del 2015.

Al fine della relazione geologica che si allega alla relazione sono stati consultati elementi del PTCP 2010 di Reggio Emilia:

- Rischio sismico. Carta degli effetti locali;
- Rischio sismico. Carta degli effetti attesi;
- Rischio sismico. Carta dei Livelli di approfondimento.

Si è eseguito un rilevamento geologico di campagna e confrontato i dati emersi con altri lavori svolti in zona e con studi ufficiali esistenti; in particolare con la Carta Geologica del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli.

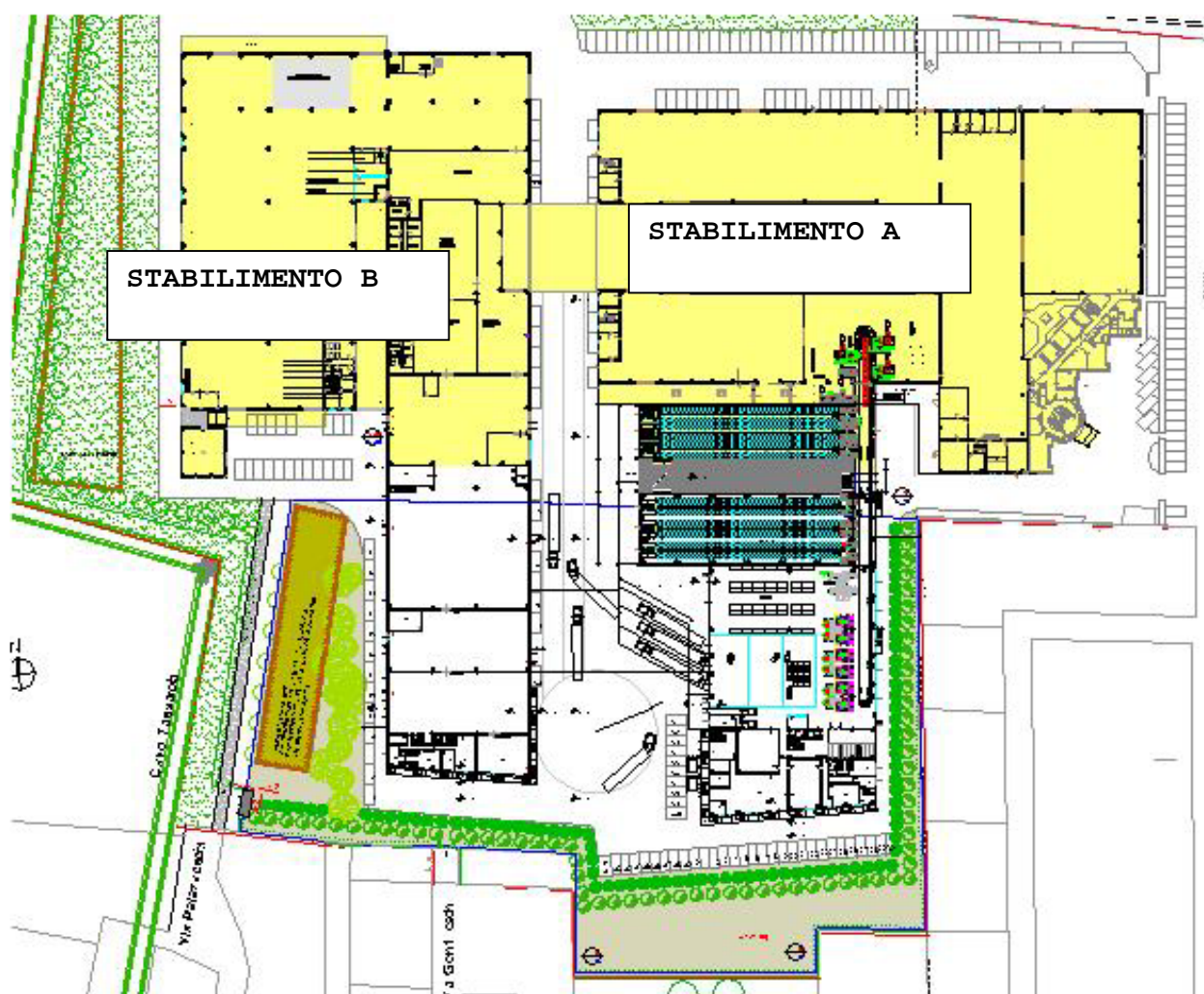
Per la determinazione delle caratteristiche lito-stratigrafiche e geotecniche locali del primo sottosuolo sono stati eseguite tre prove penetrometriche statiche (CPT1 – CPT2 – CPT3) spinte a rifiuto al tetto delle ghiaie.

Per la modellazione sismo-stratigrafica sono state utilizzate una indagine geofisica MASW e la Registrazione del microtremore sismico (HVSr) eseguite in adiacenza all'ampliamento in progetto.

IPOSTESI STRUTTURE DI FONDAZIONE

In base alle prime indicazioni fornite dalla relazione geologica si ritiene che gli apparati fondali delle strutture prefabbricate e del magazzino verticale debbano essere del tipo a Pali trivellati per appoggiarsi direttamente sugli strati di ghiaia posti in profondità, con soprastanti plinti.

SUDDIVISIONE DELL'INTERVENTO EDILIZIO IN UNITA' STRUTTURALI



Ampliamento stabilimento B lato SUD

L'ampliamento dello stabilimento B esistente che attualmente ospita il reparto produttivo MEC TO e CHIERICI verrà realizzato in struttura prefabbricata in Cemento armato precompresso composta da Plinti di Fondazione su Pali trivellati fino a raggiungere una profondità di mt. 20 dove da relazione geologica allegata segnala la presenza di un consistente strato di ghiaie.

A partire dai plinti di fondazione sarà previsto un sistema di pilastri e travi mentre la copertura sarà realizzata in travi precomprese tipo Ondal a sched

I paramenti esterni di tamponamento saranno in pannelli prefabbricati in C.A.

Il presente progetto di massima vede illustrate negli elaborati grafici allegati le tipologie costruttive delle strutture previste.

Nuovo magazzino verticale

La realizzazione del nuovo magazzino verticale tecnologicamente copia di quello esistente verrà collocato all'interno di una struttura prefabbricata in Cemento armato precompresso composta da Plinti di Fondazione su Pali trivellati fino a raggiungere una profondità di mt. 20 dove da relazione geologica allegata segnala la presenza di un consistente strato di ghiaie.

A partire dai plinti di fondazione sarà previsto un sistema di pilastri e travi mentre la copertura sarà realizzata in travi precomprese a T rovescia al fine di ottenere una copertura interna piana tutte le strutture saranno progettate per una resistenza al fuoco R 120.

I paramenti esterni di tamponamento saranno in pannelli prefabbricati in C.A. progettati per una resistenza al fuoco R 120.

Internamente la struttura portante del magazzino in ferro si appoggerà ad un sistema a piastra su pali trivellati che raggiungeranno una profondità di mt. 20 dove è collocato un importante strato di ghiaia.

Il presente progetto di massima vede illustrate negli elaborati grafici allegati le tipologie costruttive delle strutture previste.

Ampliamento stabilimento A lato SUD

L'ampliamento dello stabilimento A viene realizzato in continuità con il nuovo magazzino verticale attraverso un corridoio a due piani che partendo dal vecchio

stabilimento passa attraverso il nuovo magazzino per finire a Sud con i nuovi uffici destinati alla ricerca e allo sviluppo di nuovi prodotti oltre ad una importante area per il loro collaudo.

Lo stabilimento verrà realizzato in struttura prefabbricata in Cemento armato precompresso composta da Plinti di Fondazione su Pali trivellati fino a raggiungere una profondità di mt. 20 dove da relazione geologica allegata si segnala la presenza di un consistente strato di ghiaie.

A partire dai plinti di fondazione sarà previsto un sistema di pilastri e travi mentre i solai intermedi sia del corridoio di collegamento che della zona ad uffici saranno in latero cemento.

La copertura sarà realizzata in travi precomprese tipo Ondal a sched

I paramenti esterni di tamponamento saranno in pannelli prefabbricati in C.A.

Tutte le strutture saranno progettate con una resistenza al fuoco R 120.

Il presente progetto di massima vede illustrate negli elaborati grafici allegati le tipologie costruttive delle strutture previste.

Tettoia in carpenteria metallica (ampliamento stabilimento A lato Sud)

Considerata la necessità di avere spazi operativi per la movimentazione delle merci all'esterno degli stabilimenti ma protetti dalle intemperie viene prevista una tettoia con una struttura in carpenteria metallica agganciata alle strutture prefabbricate in C.A. del nuovo stabilimento.

I profilati metallici saranno del tipo IPE e gli arcarecci saranno realizzati con profilati tipo Omega strutturati per sostenere i carichi di neve e vento oltre al peso proprio.

La copertura sarà in lamiera grecata con una idonea pendenza.

Il presente progetto di massima vede illustrate negli elaborati grafici allegati le tipologie costruttive delle strutture previste.

Vasche interrate per deposito acque sala prove e collaudo

Il progetto della vasca delle dimensioni mt. 3,00 x 5,00 per una profondità di mt. 2,50 (misure nette) viene realizzata in C.a. su una sottofondazione in C.A.

PREMESSA GENERALE ALLA PROGETTAZIONE STRUTTURALE

Questa parte della relazione ha lo scopo di descrivere l'iter esecutivo della progettazione strutturale dell'edificio prefabbricato sito nel comune di RUBIERA – Località bagno, in provincia di REGGIO EMILIA, di proprietà della ditta P.A: S.p.A. oggetto della presente relazione.

La struttura verrà modellata con un telaio tridimensionale atto a simulare il comportamento strutturale degli elementi strutturali, conformemente alle condizioni di vincolo, di geometria e dei materiali impiegati nella realizzazione dell'opera.

Le caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno di fondazione, determinate attraverso prove penetrometriche eseguite in sito, permettono di fare delle idonee scelte progettuali sulla tipologia costruttiva delle opere di fondazione e il loro dimensionamento, in modo da essere coerenti e congruenti con la funzionalità statica e di esercizio dell'edificio oggetto della presente relazione.

Dall'analisi statica e dinamica dell'edificio modellato, soggetto all'azione dei sovraccarichi permanenti e variabili descritti in seguito, ne derivano le sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali e in particolare sui pilastri in elevazione, al fine di dimensionare l'elemento stesso e le opere di fondazione, tenendo in considerazione la capacità portante del terreno e i cedimenti congruentemente con l'esercizio della struttura e delle parti non strutturali e complementari.

La modellazione strutturale del telaio tridimensionale, verrà impostata considerando il telaio incastrato alla base, in corrispondenza del nodo pilastro-fondazione, e incernierato in corrispondenza dell'appoggio delle travi sui pilastri e dell'appoggio dei tegoli sulle travi: Lo schema strutturale, così ottenuto, verrà sottoposto alle azioni statiche e dinamiche di progetto attraverso un software di calcolo strutturale agli elementi finiti di comprovata validità (En.Ex,Sy.S s.r.l), il quale permette di risolvere le iperstaticità della modellazione e di determinare le azioni sui singoli elementi strutturali.

Gli effetti del secondo ordine in condizioni sismiche e della non linearità dei materiali, vengono valutati con il metodo del coefficiente θ riportato nelle Norme Tecniche per le costruzioni [NTC] in vigore, incrementando l'azione sismica di un opportuno coefficiente ricavato dal metodo.

Dalle azioni agenti sulla struttura si ricava una serie di combinazioni di carico che determina le progettazioni statica e costruttiva degli elementi strutturali e delle opere

di fondazione nel rispetto delle normative in vigore e dai dettami della scienza delle costruzioni e dei sistemi costruttivi.

Il criterio delle gerarchie delle resistenze trova applicazione, nella suddetta tipologia strutturale, in corrispondenza dell'unione pilastro-fondazione essendo esso un collegamento di tipo B, come descritto Norme Tecniche per le costruzioni [NTC] in vigore e nel dimensionamento degli ancoraggi delle travi sui pilastri e sui tegoli sulle travi essendo esso un collegamento di tipo A.

Il suddetto edificio ricade in classe d'uso II per cui necessita la verifica degli spostamenti agli stati limite di danno come descritto nelle Norme Tecniche per le costruzioni [NTC] in vigore, riferito ai tamponamenti che non subiscono danneggiamenti per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti della struttura.

Il calcolo strutturale degli elementi in calcestruzzo precompresso sarà condotto con un software di comprovata validità in ambito [EISEKO Computers], il quale permette di progettare le armature di precompresione (pretensione) e le armature lente, controllando tutte le fasi di produzione, movimentazione e esercizio dell'elemento strutturale.

Il sistema edilizio è costituito da un edificio prevalentemente mono-piano ad uso produttivo/logistico; tale edificio è previsto sia realizzato con componenti strutturali prefabbricati in c.a.v.e.c.a.p

Le strutture portanti sono costituite da:

Fondazioni su pali in c.a., eseguite in opera

Travi in opera di collegamento tra i plinti isolati

Pilastri prefabbricati in c.a.v.

Travi a TR, ad L e rettangolari reggi-copertura, prefabbricate in c.a.p.

Tegoli ONDAL di copertura capannone, prefabbricati in c.a.p. con relative coppelle, lastre e terminali prefabbricati in c.a.v.

Travi, arcarecci e colonne in acciaio per la realizzazione dei soppalchi metallici

Pannelli di tamponamento taglio termico $sp=30$

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

I parametri di progetto che concorrono alla definizione della definizione dell'azione sismica sono i seguenti:

- Vita nominale $V_n = 50$ anni
- Classe d'uso: II
- Periodo di riferimento $V_r = V_n \times C_u = 50 \times 1.0 = 50$ anni
- Categoria sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1
- Zona sismica del sito = 3
- Longitudine $10^{\circ}.6608$; Latitudine $44^{\circ}.75$

ANALISI DEI CARICHI STRUTTURA : P.A. S.p.A.**TEGOLI**

elemento	peso /m
ONDAL 80	540 daN/m

ELEMENTI DI CHIUSURA IN COPERTURA

elemento	peso /m
coppella curva	200 daN/m
coppella retta	184 daN/m
Lastra L=70	123 daN/m

elemento	peso
testate chiuse tegoli	625 daN
Terminali Ondal speciali da 127.5	940 daN
Terminali Ondal speciali da 88.5	745 daN
Lastrine da 215x300	1129 daN

TRAVI

elemento	peso /m
HC 70x50	875 daN/m
HC 80x50	1000 daN/m
HC 100x50	1250 daN/m
L 130x40-60	1450 daN/m
TR 160x40-80	1900 daN/m
HC 80x40	800 daN/m
HC 80x50	1000 daN/m
HC 80x55	1100 daN/m

PILASTRI

elemento	peso /m
Pilastro 110x80	2200 daN/m
Pilastro 60x80	1200 daN/m
Pilastro 70x60	1050 daN/m
Pilastro 60x60	900 daN/m
Pilastro 50x60	750 daN/m
Pilastro 80x70	1400 daN/m

TAMPONAMENTO PREFABBRICATO

elemento	peso /mq
Pannelli pref. sp 30 Taglio Term.	435 daN/mq

ANALISI DEI CARICHI STRUTTURA : P.A. S.p.A.**SOVRACCARICHI SOPPACCHI**

Superficie struttura in pianta	
Peso Strutt. Metallica G1 :	60 daN/mq
Permanenti G2 :	250 daN/mq
Var. Magazzino Cat. E Qk :	600 daN/mq

SOVRACCARICHI COPERTURA BASSA

Superficie struttura in pianta	
Permanenti G2 :	20 daN/mq
Appesi G2 :	70 daN/mq
Fotovoltaico su coppelle G2 :	25 daN/mq
Neve Qk (q<1000m s.l.m.) :	120 daN/mq
Impianti su travi G2 :	150 daN/m
Impianti su travi G2 :	300 daN/m
Passerella su travi TR - peso proprio G1 :	50 daN/m
Passerella su travi TR - impianti G2 :	900 daN/m

SOVRACCARICHI COPERTURA ALTA

Superficie struttura in pianta	
Permanenti G2 :	20 daN/mq
Appesi G2 :	70 daN/mq
Neve Qk (q<1000m s.l.m.) :	120 daN/mq
Impianti su travi G2 :	150 daN/m

SOVRACCARICHI PENSILINE METALLICHE

Superficie struttura in pianta	
Peso Strutt. Metallica G1 :	60 daN/mq
Permanenti G2 :	20 daN/mq
Neve Qk (q<1000m s.l.m.) :	260 daN/mq

Comune : RUBIERA
 Provincia : Reggio Emilia - RE -
 Regione : Emilia Romagna

Quota altimetrica S.L.M. : 53 m
 Classif. Sismica : zona 3

CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

<input type="radio"/>	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 1,39 \{1 + (a_s/728)^2\} \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
<input checked="" type="radio"/>	Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese, Monza e della Brianza	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 1,35 \{1 + (a_s/602)^2\} \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
<input type="radio"/>	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Ravigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 0,85 \{1 + (a_s/481)^2\} \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
<input type="radio"/>	Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Catania, Carbonara-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frostinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecca, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Pordenone, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 0,51 \{1 + (a_s/481)^2\} \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

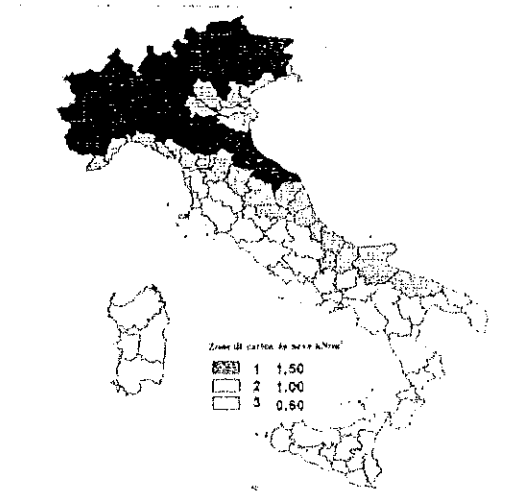
q_s (carico neve sulla copertura [kN/mq]) = $\mu_i q_{sk} C_E C_t$
 μ_i (coefficiente di forma)
 q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])
 C_E (coefficiente di esposizione)
 C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	53
q_{sk} (val. caract. della neve al suolo [kN/mq])	1,50

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto della proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.



Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
Normale	Area in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Valore del carico della neve al suolo

q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1,50
--	------

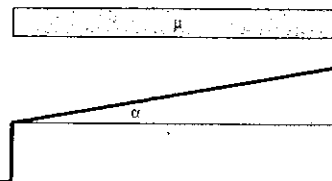
Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	0
-----------------------------------	---

μ	0,8
-------	-----

Carico neve in corrispondenza della copertura

q_s (carico della neve in copertura)	1,20 kN/mq
--	------------



CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

2) Emilia Romagna

Zona	$v_{0,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
2	25	750	0.015

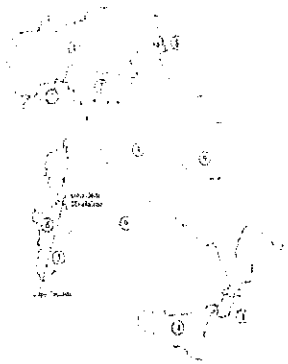
a_s (altitudine sul livello del mare [m])	53
---	----

$$v_0 = v_{0,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_0 = v_{0,0} + k_s (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

v_0 (velocità di riferimento [m/s])	25
---------------------------------------	----

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_0 c_e c_p c_d$
 q_0 (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_0 = 1/2 \rho v_0^2 \quad (\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3)$$

q_0 [N/mq]	391
--------------	-----

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 90 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1, 2, 3, 4, 5					
A	IV	IV	V	V	V
B	III	III	IV	IV	IV
C	II	II	III	III	III
D	I	I	II	II	II
- Categoria II in zona 1, 2, 3, 4 - Categoria III in zona 5 - Categoria IV in zona 1					

ZONA 6					
A	III	IV	V	V	V
B	II	III	IV	IV	IV
C	I	II	III	III	III
D	I	I	II	II	II

ZONE 7, 8				ZONA 9	
A	IV	IV	IV	A	I
B	III	III	III	B	I
C	II	II	II	C	I
D	I	I	I	D	I
- Categoria II in zona 8 - Categoria III in zona 7					

z altezza edil [m]	Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
16.10 m	2	B	53

$$c_e(z) = k_1^2 c_e \ln(z/z_{ref}) / (7 + c_e \ln(z/z_{ref})) \quad \text{per } z \geq z_{ref}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{ref}) \quad \text{per } z < z_{ref}$$

Cat. Esposiz	k_1	z_0 [m]	z_{ref} [m]	c_e
IV	0.22	0.3	8	1

$c_e (z = 16.1 \text{ m})$	2.12
----------------------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma in corrispondenza dell'altezza max $z = 16.1 \text{ m}$ vale

827 N/mq (82.7 kg/mq)

Assunto un coefficiente di forma per azione sopravvento pari a 0.8 si ha la seguente pressione

662 N/mq (66.16 kg/mq)

Assunto un coefficiente di forma per azione sottovento pari a 0.4 si ha la seguente pressione

331 N/mq (33.08 kg/mq)

$c_e (z = 8 \text{ m})$	1.63
-------------------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma in corrispondenza dell'altezza $z = 8 \text{ m}$ vale

638 N/mq (63.83 kg/mq)

Assunto un coefficiente di forma per azione sopravvento pari a 0.8 si ha la seguente pressione

511 N/mq (51.06 kg/mq)

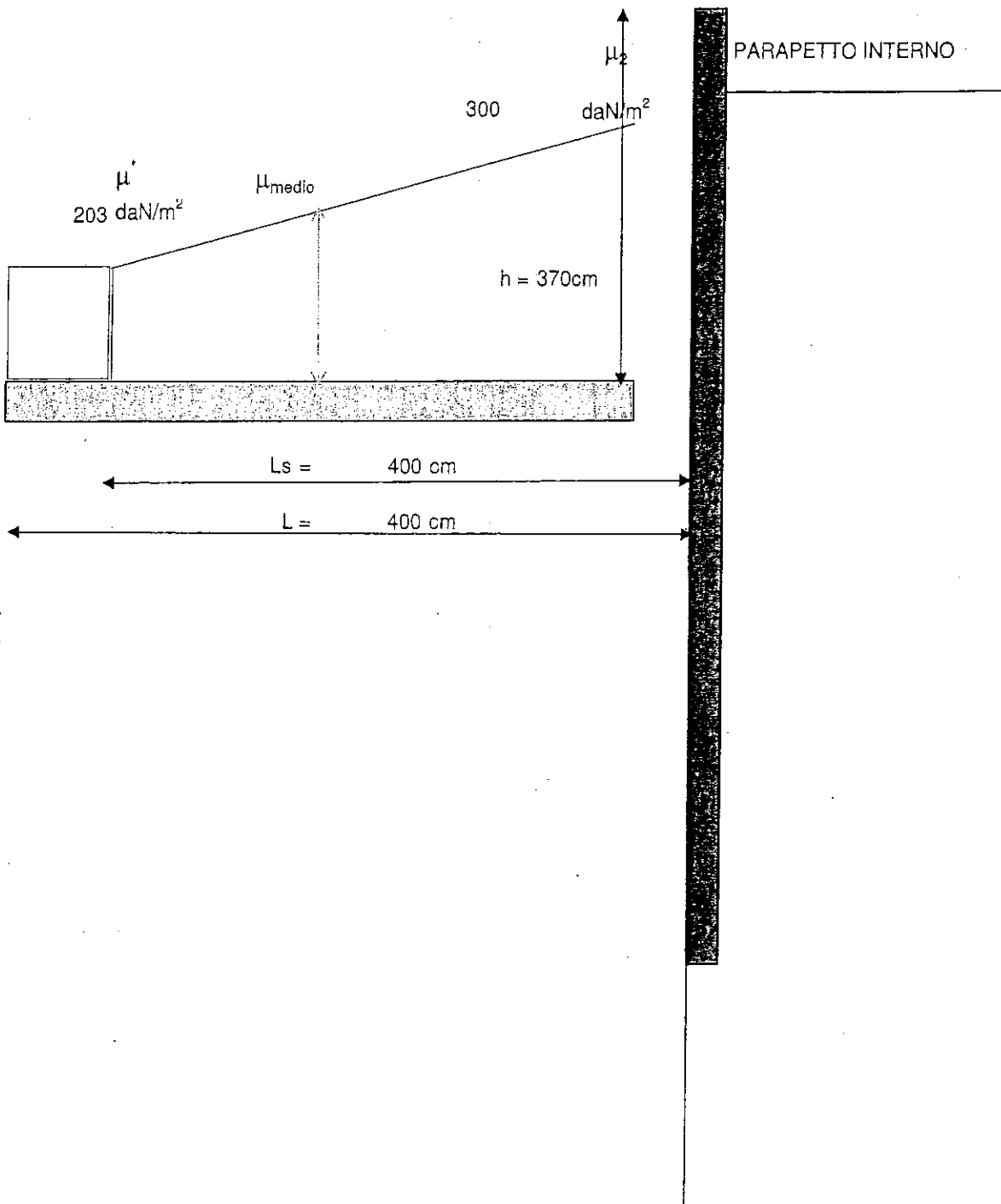
Assunto un coefficiente di forma per azione sottovento pari a 0.4 si ha la seguente pressione

255 N/mq (25.53 kg/mq)

AZIONE DELLA NEVE IN CORRISPONDENZA DI SPORGENZE

PARAPETTO INTERNO

L	4 m		-Sporgenza
h	3.7 m		-Altezza parapetto
qsk	150 kg/m ²		-Carico di neve al suolo
ls	7.4 m		
μ_2	2.00 -->	300	daN/m ² valore max
μ_1	0.80		
μ^*	1.35 -->	203	daN/m ² valore min
μ_{medio}	1.68 -->	251	daN/m ² valore medio



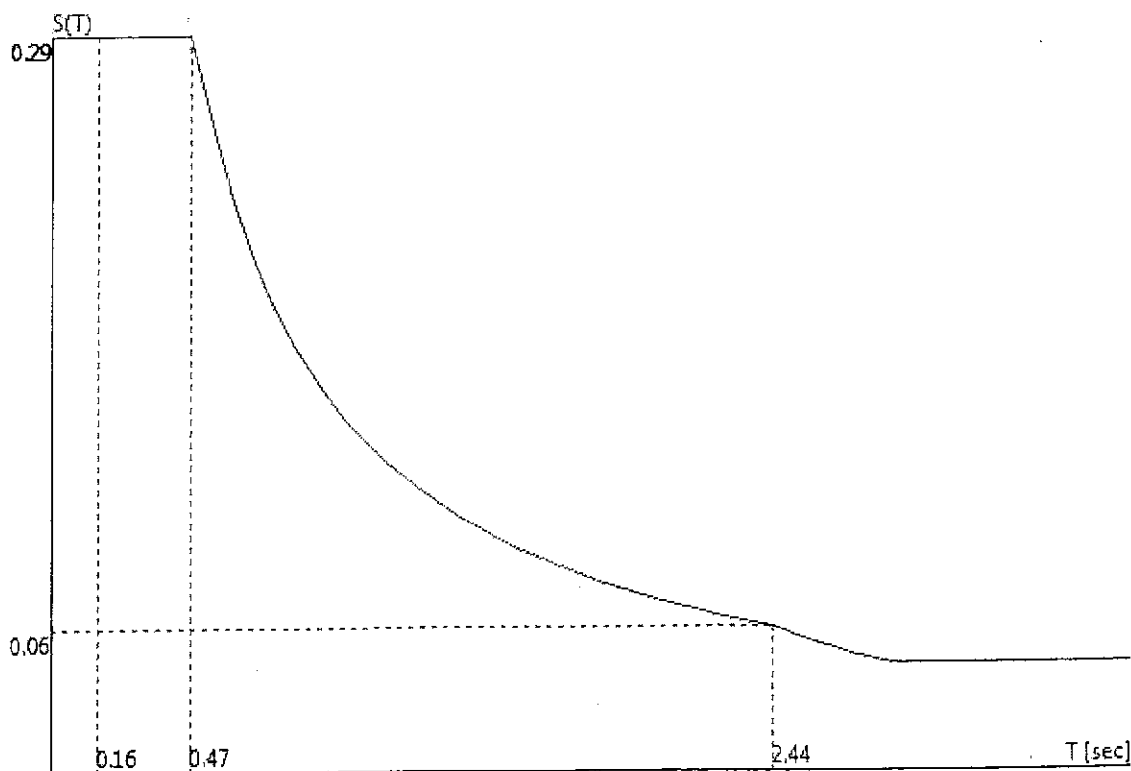
Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2008

- Rubiera RE Longitudine 10.7831 Latitudine 44.6547
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 100.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di struttura massimo q_0 per sisma orizzontale 2.40
- Fattore di duttilità K_R per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 2.40
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.50
- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

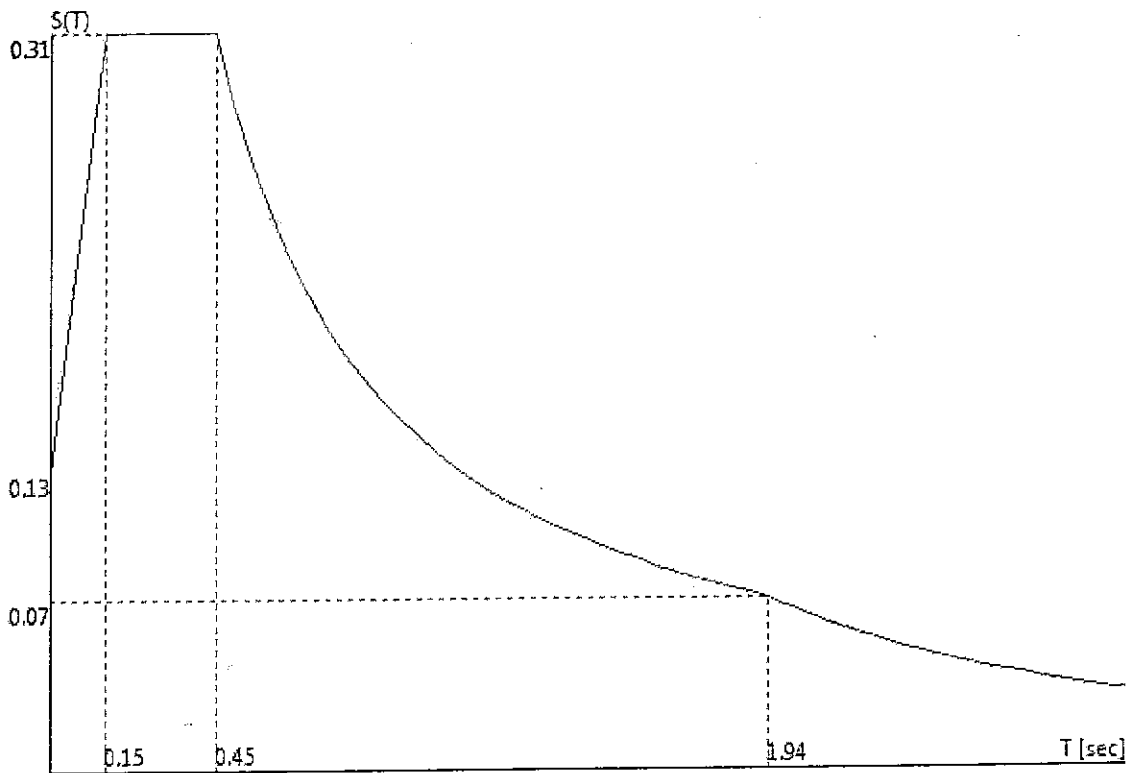
TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 949 (anni)
- S_s 1.397
- T_B 0.16 [sec]
- T_C 0.47 [sec]
- T_D 2.44 [sec]
- a_g/g 0.2109
- F_0 2.3959
- T_C^* 0.3045



TU 2008 SLD H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 101 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.15 [sec]
- T_C 0.45 [sec]
- T_D 1.94 [sec]
- a_g/g 0.0840
- F_o 2.4685
- T_C^* 0.2799



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Calcestruzzo impiegato per Pilastri Prefabbricati

Resistenza a compressione

Classe di resistenza= 40/50		
$R_{ck} = 50$	(N/mm ²)	Resistenza a compressione caratteristica su provini cubici L=150mm
$f_{ck} = (0,78 : 0,85) \cdot R_{ck} = 40$	(N/mm ²)	Resistenza cilindrica caratteristica
$f_{cm} = 8 + f_{ck} = 48$	(N/mm ²)	Resistenza cilindrica media
Classe di consistenza = S3		
Copriferro = 3	cm	
Classe di esposizione = XC3		

Resistenza a trazione

$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.51$	(N/mm ²)	resistenza media a trazione semplice (assiale)	Classi \leq C50/60
$f_{ctm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 4.21$	(N/mm ²)	resistenza media a trazione per flessione	
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 2.46$	(N/mm ²)	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)	
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 2.95$	(N/mm ²)	resistenza caratteristica a trazione per flessione	

Modulo Elastico

$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0,3} = 35220$	(N/mm ²)	Modulo El. Compr. - formula non applicabile per CLS maturati a vapore!!!
$k_r = 79\%$		Riduzione per Azione sismica
$E_{cd} = k_r E_{cm} = 28000$	(N/mm ²)	Modulo Elastico a compressione ridotto per azione sismica

Coefficiente di Poisson

$\nu = 0.12$

Coefficiente di dilatazione termica

$\alpha = 1.00E-05 \quad (1/^\circ C) \quad \text{valore suscettibile di variazione a seconda del CLS}$

Calcestruzzo impiegato per Travi e Tegoli Prefabbricati

Resistenza a compressione

Classe di resistenza= 55/67		
$R_{ck} = 67$	(N/mm ²)	Resistenza a compressione caratteristica su provini cubici L=150mm
$f_{ck} = (0,78 : 0,85) \cdot R_{ck} = 55$	(N/mm ²)	Resistenza cilindrica caratteristica
$f_{cm} = 8 + f_{ck} = 63$	(N/mm ²)	Resistenza cilindrica media
Classe di consistenza = S4		
Copriferro = 2.5	cm	
Classe di esposizione = XC3		

Resistenza a trazione

$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10] = 4.21$	(N/mm ²)	resistenza media a trazione semplice (assiale)	Classi \geq C50/60
$f_{ctm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 5.06$	(N/mm ²)	resistenza media a trazione per flessione	
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 2.95$	(N/mm ²)	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)	
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 3.54$	(N/mm ²)	resistenza caratteristica a trazione per flessione	

Modulo Elastico

$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0,3} = 38214 \quad (N/mm^2) \quad \text{Modulo El. Compr. - formula non applicabile per CLS maturati a vapore!!!}$

Coefficiente di Poisson

$\nu = 0.12$

Coefficiente di dilatazione termica

$\alpha = 0.000010 \quad (1/^\circ C) \quad \text{valore suscettibile di variazione a seconda del CLS}$

Calcestruzzo impiegato per getti in opera

Resistenza a compressione

Classe di resistenza = 25/30		
$R_{ck} = 30$	(N/mm ²)	Resistenza a compressione caratteristica su provini cubici L=150mm
$f_{ck} = (0,78 : 0,85) \cdot R_{ck} = 25$	(N/mm ²)	Resistenza cilindrica caratteristica
$f_{cm} = 8 + f_{ck} = 33$	(N/mm ²)	Resistenza cilindrica media
Classe di consistenza = S4		
Copriferro = 3	cm	
Classe di esposizione = XC3		

Resistenza a trazione

$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56$	(N/mm ²)	resistenza media a trazione semplice (assiale)	Classi ≤ C50/60
$f_{ctm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 3.08$	(N/mm ²)	resistenza media a trazione per flessione	
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1.80$	(N/mm ²)	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)	
$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 2.15$	(N/mm ²)	resistenza caratteristica a trazione per flessione	

Modulo Elastico

$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0,3} = 31476$ (N/mm²) Modulo El. Compr. - formula non applicabile per CLS maturati a vapore!!! -

Coefficiente di Poisson

$\nu = 0.12$

Coefficiente di dilatazione termica

$\alpha = 0.000010$ (1/°C) valore suscettibile di variazione a seconda del CLS

CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Acciaio B450 C

$f_{y,nom} = 450$	(N/mm ²)	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom} = 540$	(N/mm ²)	tensione nominale di rottura
$f_{yk} \geq f_{y,nom} = 450$	(N/mm ²)	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq f_{t,nom} = 540$	(N/mm ²)	tensione caratteristica di rottura

CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO DA PRECOMPRESSIONE

Trefoli

$f_{ptk} \geq 1860$	(N/mm ²)	tensione caratteristica di rottura
$f_{p(1)k} \geq 1670$	(N/mm ²)	tensione caratteristica all'1% di deformazione totale

CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO BARRE FILETTATE

BARRE FILETTATE

Classe 8.8

$f_{yb} \geq 649$	(N/mm ²)	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tb} \geq 800$	(N/mm ²)	tensione caratteristica di rottura

Classe 10.9

$f_{yb} \geq 900$	(N/mm ²)	tensione caratteristica allo snervamento
$f_{tb} \geq 1000$	(N/mm ²)	tensione caratteristica di rottura

CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO PER METALLERIA

ACCIAIO

TIPO : S 235

Spessore $t < 40\text{mm}$

$f_{yk} \geq 235$ (N/mm²) *tensione caratteristica di snervamento*

$f_{tk} \geq 360$ (N/mm²) *tensione caratteristica di rottura*

VERIFICHE AGLI S.L.U. e S.L.V.

Classe Cls : C 40/50

$f_{ck} : 40$

coefficienti

$\gamma_c = 1.5$ *coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo*

$\gamma_s = 1.15$ *coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio*

$\alpha_{cc} = 0.85$ *coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata*

resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo *valida per elementi tipo travi e pilastri*

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 22.67$ (N/mm²) *valida per elementi piani gettati in opera con spessori < 50mm*

$f_{cd,0.80} = 0.80 \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.13$ (N/mm²)

resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

$f_{cd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.64$ (N/mm²) *resistenza a trazione semplice (assiale)*

$f_{cd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.96$ (N/mm²) *resistenza a trazione per flessione*

$f_{cd} = 0.80 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 1.31$ (N/mm²) *resistenza a trazione semplice (assiale) - sp=50mm*

$f_{cd} = 0.80 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 1.57$ (N/mm²) *resistenza a trazione per flessione - 50mm*

Classi \leq C50/60

resistenza di calcolo acciaio B 450 C *valida per elementi tipo travi e pilastri*

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30$ (N/mm²)

Modulo Elastico acciaio B 450 C *valida per elementi tipo travi e pilastri*

$E_s = 210000$ (N/mm²)

Modulo Elastico

$E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3} = 35220$ (N/mm²) *Modulo El. Compr. - formula non applicabile per CLS maturati a vapore!!! -*

$k_r = 79\%$ *Riduzione per Azione sismica*

$E_{cd} = k_r \cdot E_{cm} = 28000$ (N/mm²) *Modulo Elastico a compressione ridotto per azione sismica*

tensione tangenziale di aderenza acciaio - calcestruzzo

$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 2.25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 3.68$ (N/mm²) *resistenza tangenziale (sforzo assiale)*

$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 2.25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 4.42$ (N/mm²) *resistenza tangenziale (flessionale)*

Classi \leq C50/60

VERIFICHE AGLI S.L.E.

resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} = 24,00 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{Massima tensione di compressione del calcestruzzo per combinazione Rara}$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} = 18,00 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{Massima tensione di compressione del calcestruzzo per combinazione quasi permanenti}$$

per elementi piani gettati in opera con spessori < 50 mm si ha una riduzione del 20% sui precedenti valori

$$\sigma_c < 0,60 \times 0,80 f_{ck} = 19,20 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{Massima tensione di compressione del calcestruzzo per combinazione Rara}$$

$$\sigma_c < 0,45 \times 0,80 f_{ck} = 14,40 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{Massima tensione di compressione del calcestruzzo per combinazione quasi permanenti}$$

resistenza di calcolo acciaio B 450 C

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} = 360,00 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{Massima tensione Dell'acciaio per combinazione Rara}$$

VERIFICHE PER SITUAZIONI ECCEZIONALI

Classe Cls : C 40/50

coefficienti

$$\gamma_c = 1 \quad \text{coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo}$$

$$\gamma_s = 1 \quad \text{coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio}$$

$$\alpha_{cc} = 0,85 \quad \text{coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata}$$

resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo valida per elementi tipo travi e pilastri

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 34,00 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{valida per elementi piani gettati in opera con spessori < 50mm}$$

$$f_{cd} = 0,80 \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 27,20 \quad (\text{N/mm}^2)$$

resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 2,46 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{resistenza a trazione semplice (assiale)}$$

$$f_{cd} = f_{ctk} / \gamma_c = 2,95 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{resistenza a trazione per flessione}$$

$$f_{ctd} = 0,80 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 1,96 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{resistenza a trazione semplice (assiale) - sp=50mm}$$

$$f_{cd} = 0,80 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 2,36 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{resistenza a trazione per flessione - 50mm}$$

Classi ≤ C50/60

resistenza di calcolo acciaio B 450 C

valida per elementi tipo travi e pilastri

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450,00 \quad (\text{N/mm}^2)$$

Modulo Elastico acciaio B 450 C

valida per elementi tipo travi e pilastri

$$E_s = 210000 \quad (\text{N/mm}^2)$$

tensione tangenziale di aderenza acciaio - calcestruzzo

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 2,25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 5,53 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{resistenza tangenziale (sforzo assiale)}$$

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 2,25 \cdot f_{ctk} / \gamma_c = 6,63 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{resistenza tangenziale (flessionale)}$$

Classi ≤ C50/60

ELENCO ELABORATI RELAZIONE STRUTTURALE

SCHEMA FONDAZIONI STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST, TETTOIA E MAGAZZINO)

SCHEMA FONDAZIONI STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

SCHEMA ORDITURA TELAIO STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)

SCHEMA ORDITURA TELAIO STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

SCHEMA 1° IMPALCATO (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)

SCHEMA 1° IMPALCATO (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

SCHEMA ORDITURA COPERTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)

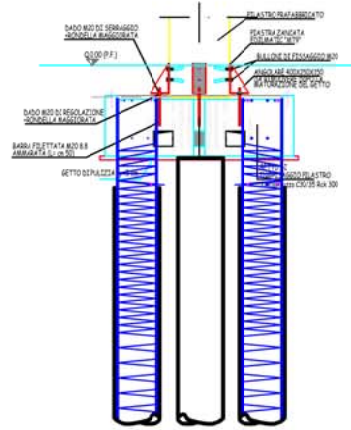
SCHEMA ORDITURA COPERTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

COPERTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)

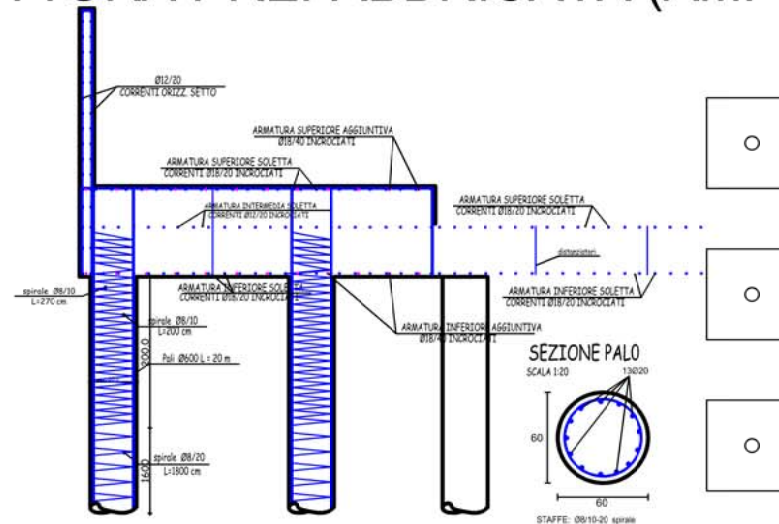
COPERTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

SCHEMA ORDITURA COPERTURA TETTOIA IN CARPENTERIA METALLICA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

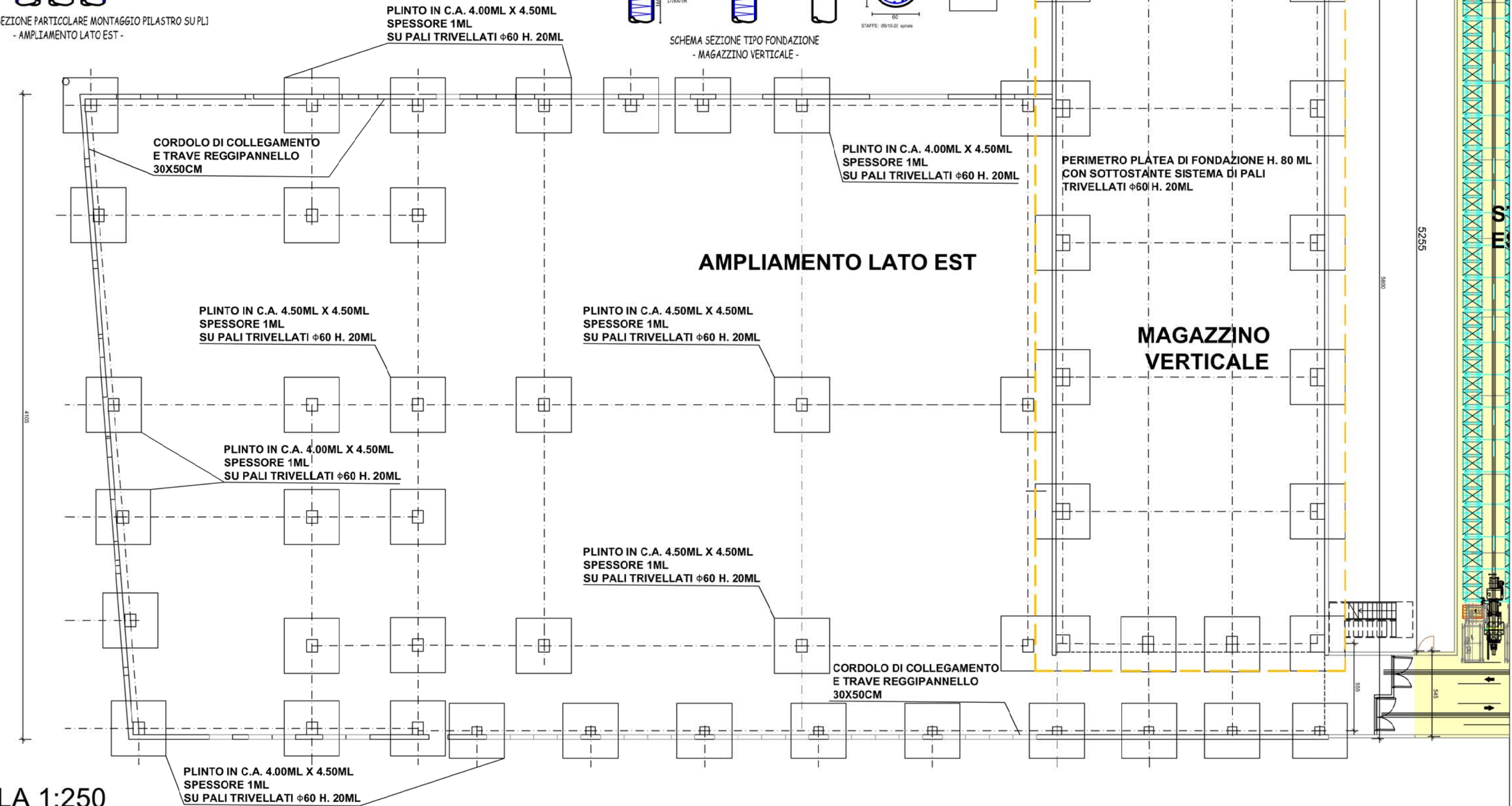
SCHEMA FONDAZIONI STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST, TETTOIA E MAGAZZINO VERTICALE)



SCHEMA SEZIONE PARTICOLARE MONTAGGIO PILASTRO SU PLI
- AMPLIAMENTO LATO EST -

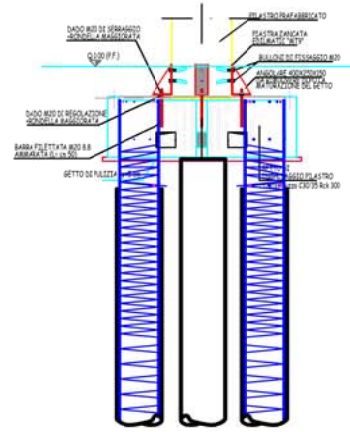


SCHEMA SEZIONE TIPO FONDAZIONE
- MAGAZZINO VERTICALE -

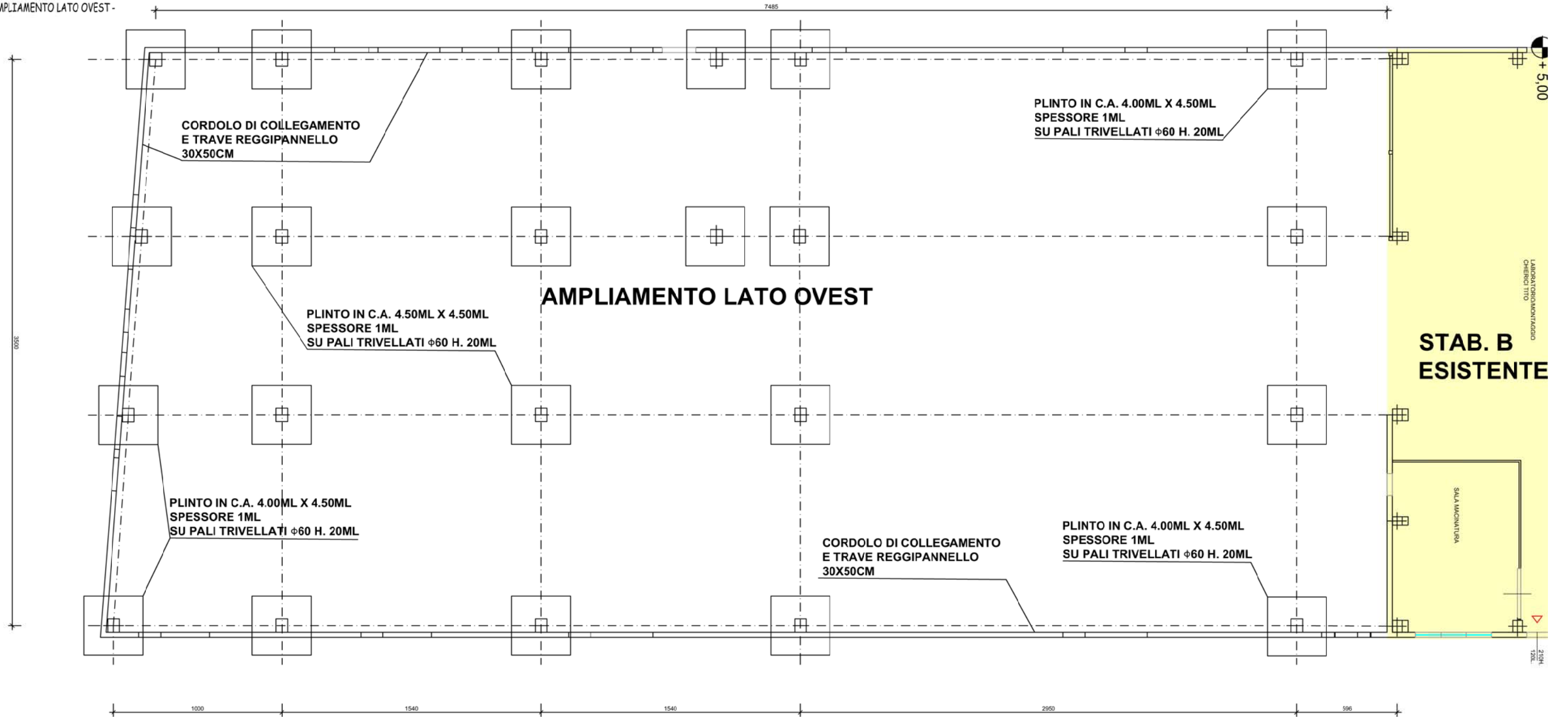


SCALA 1:250

SCHEMA FONDAZIONI STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

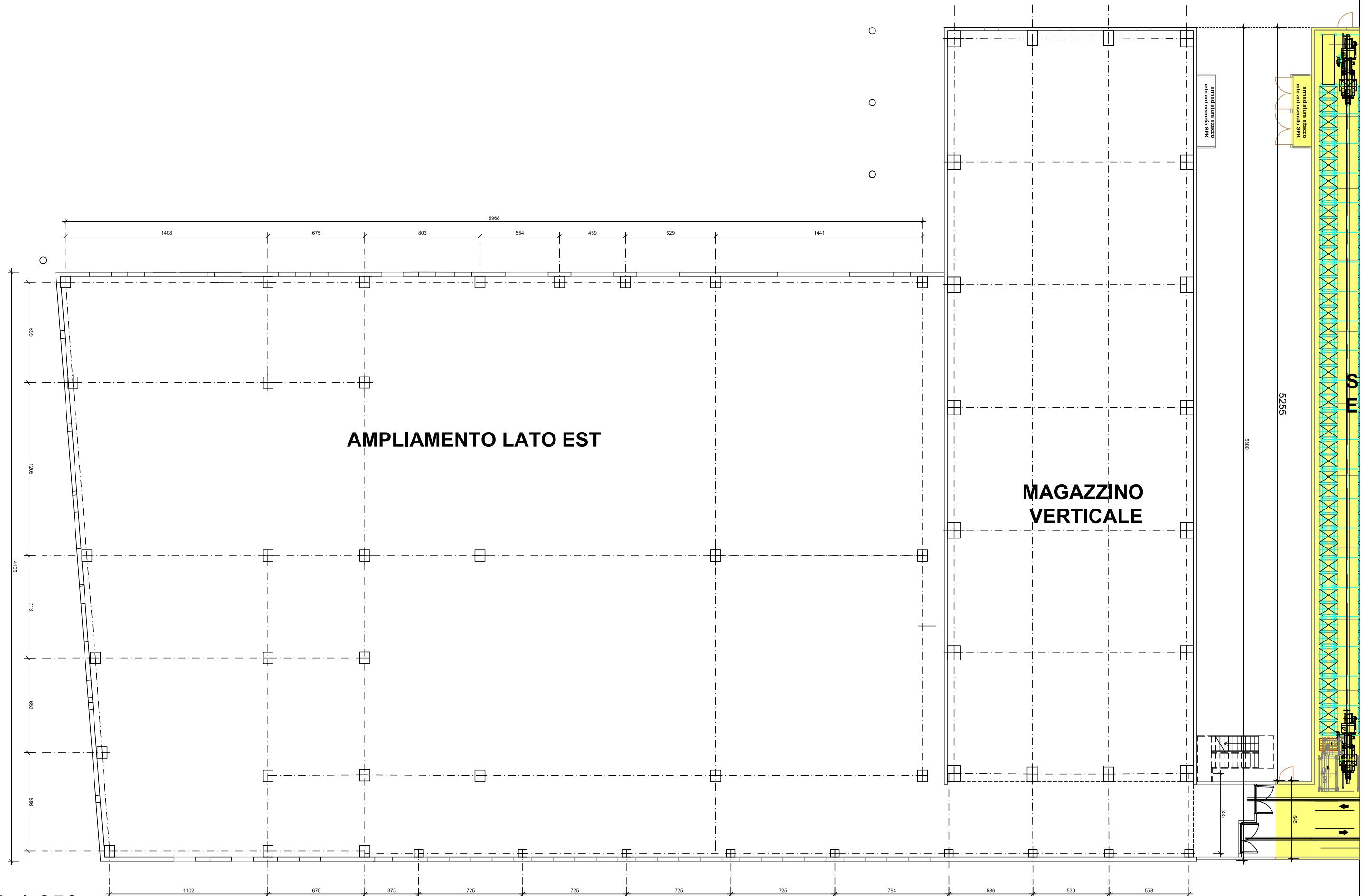


SCHEMA SEZIONE PARTICOLARE MONTAGGIO PILASTRO SU PL
- AMPLIAMENTO LATO OVEST -



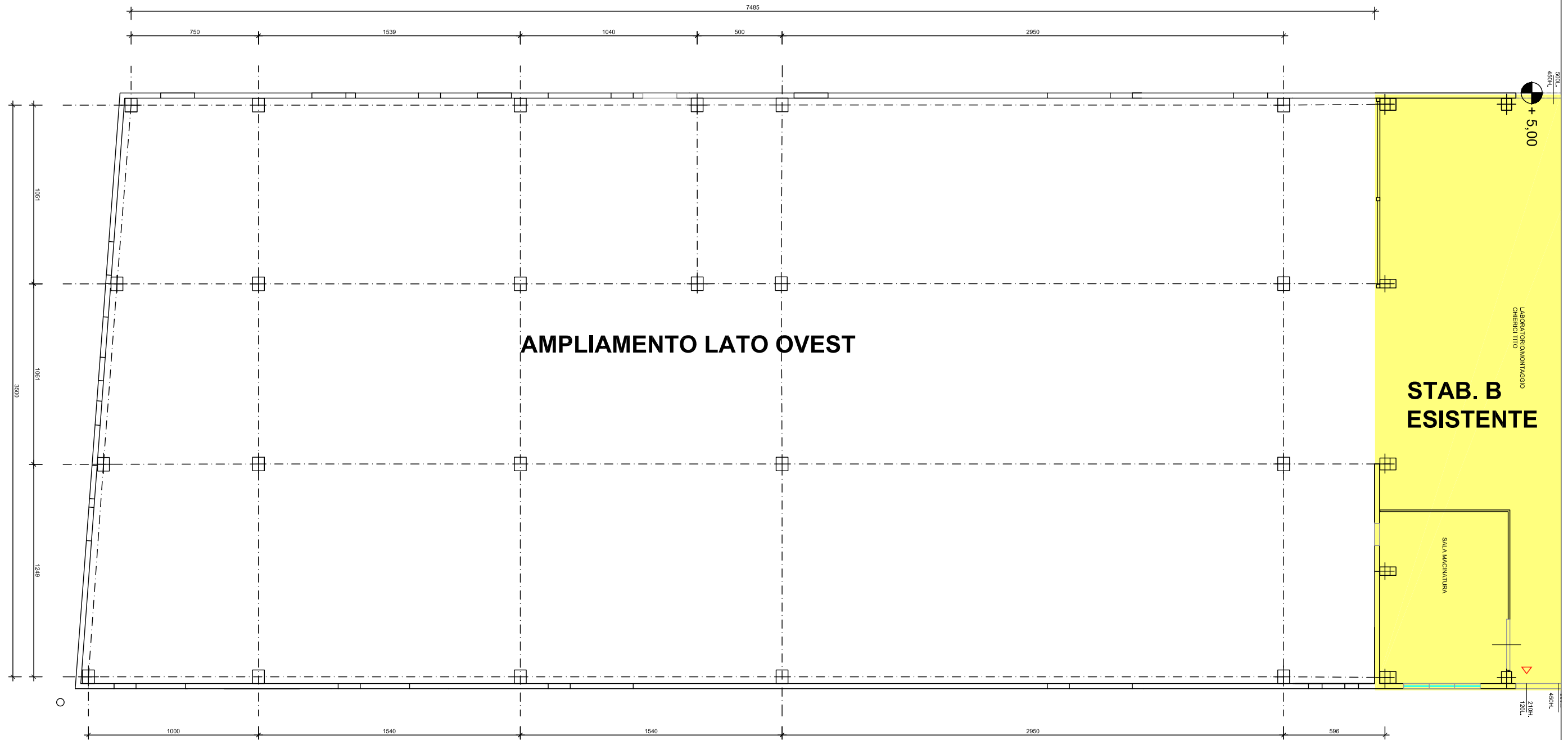
SCALA 1:250

SCHEMA ORDITURA TELAIO STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)



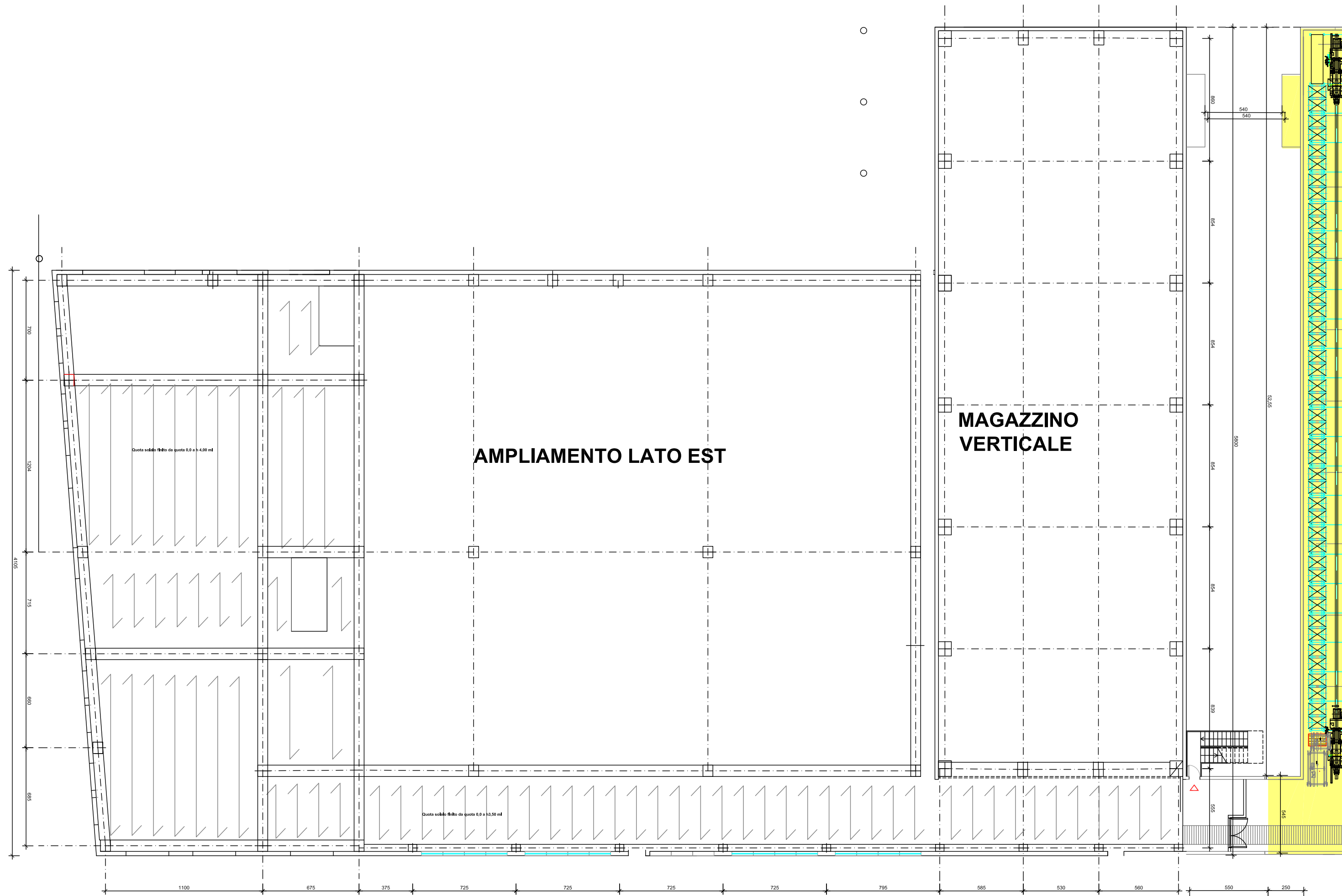
SCALA 1:250

SCHEMA ORDITURA TELAIO STRUTTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)



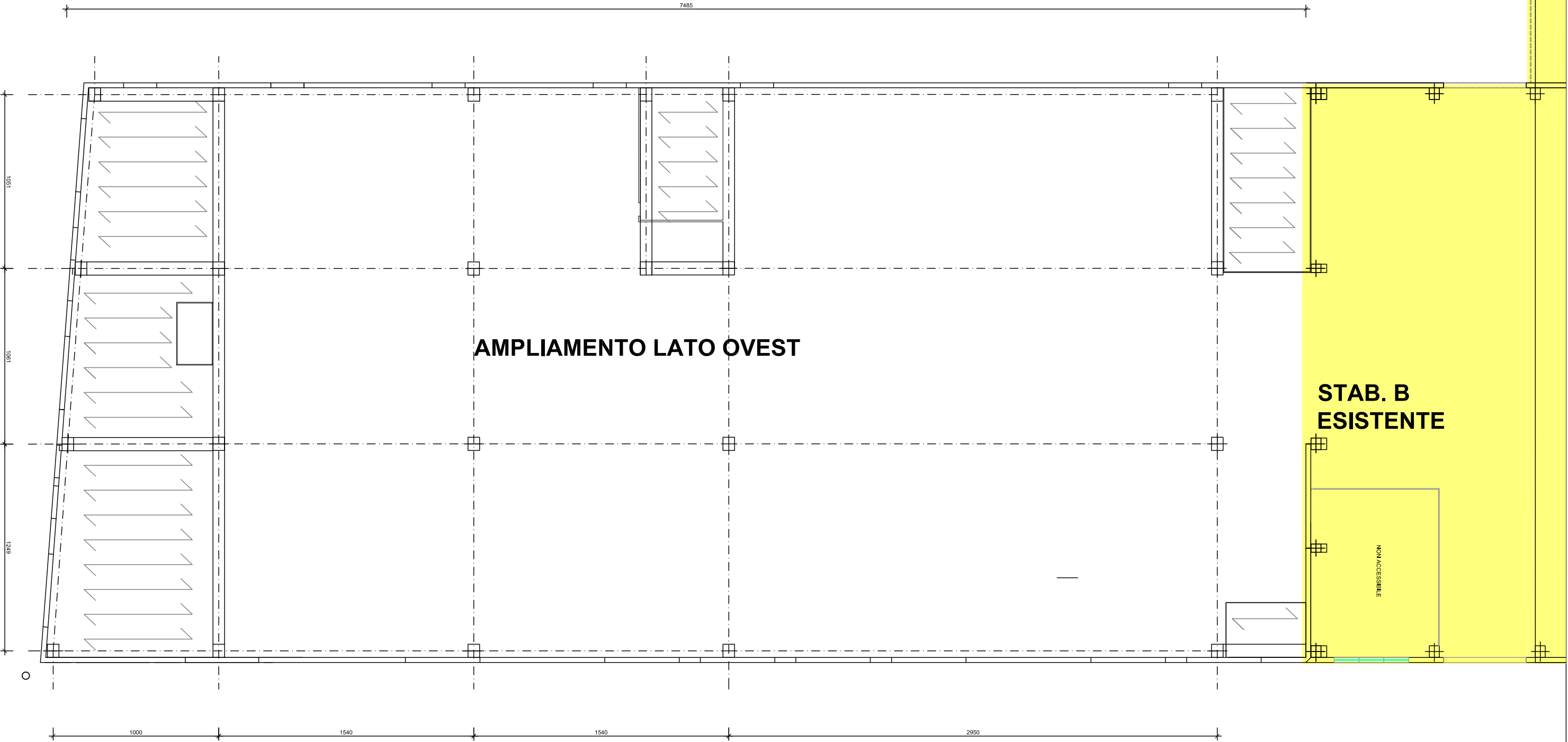
SCALA 1:250

SCHEMA PRIMO IMPALCATO (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)



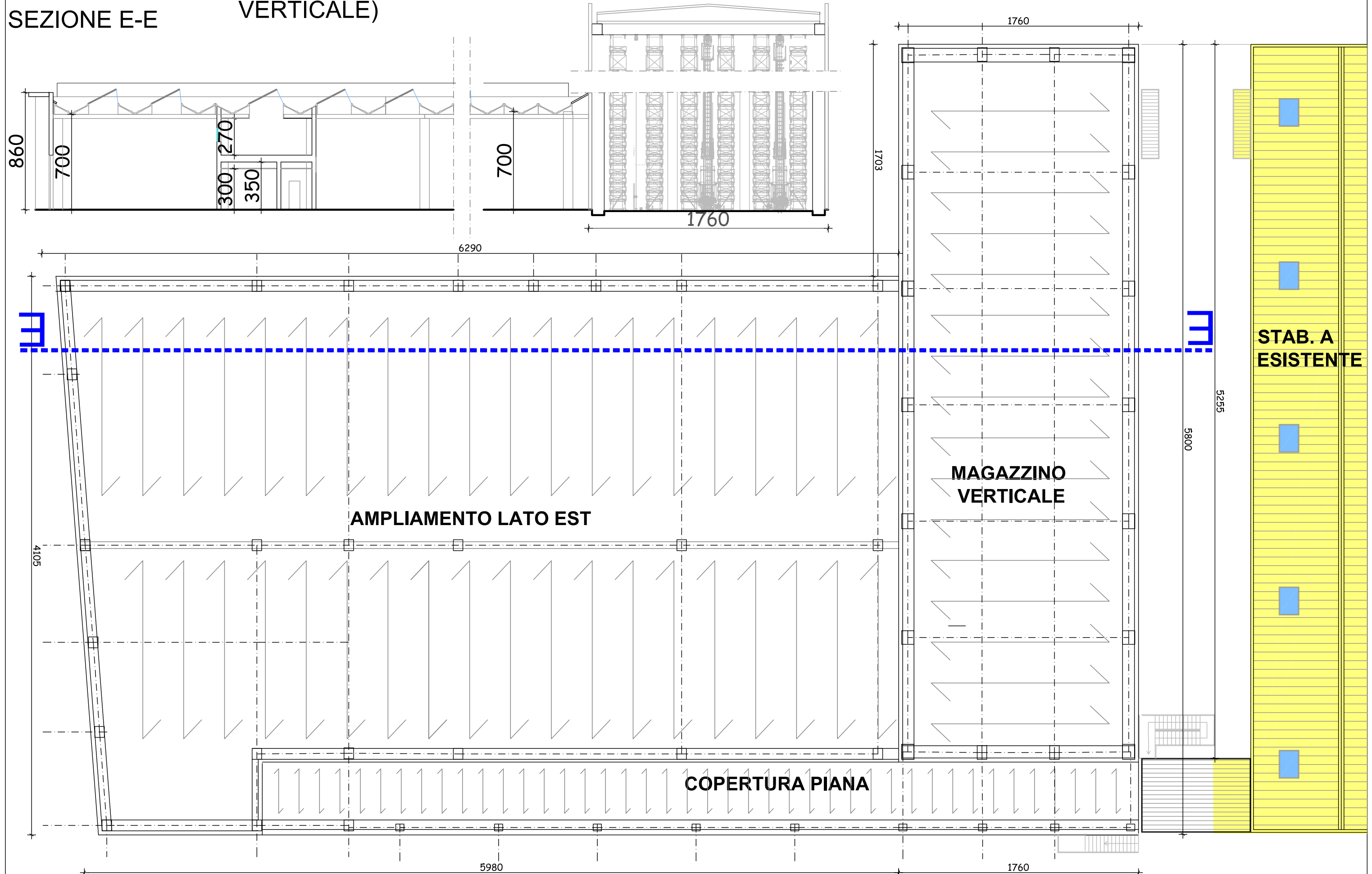
SCALA 1:250

SCHEMA PRIMO IMPALCATO (AMPLIAMENTO LATO OVEST)



SCHEMA ORDITURA COPERTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)

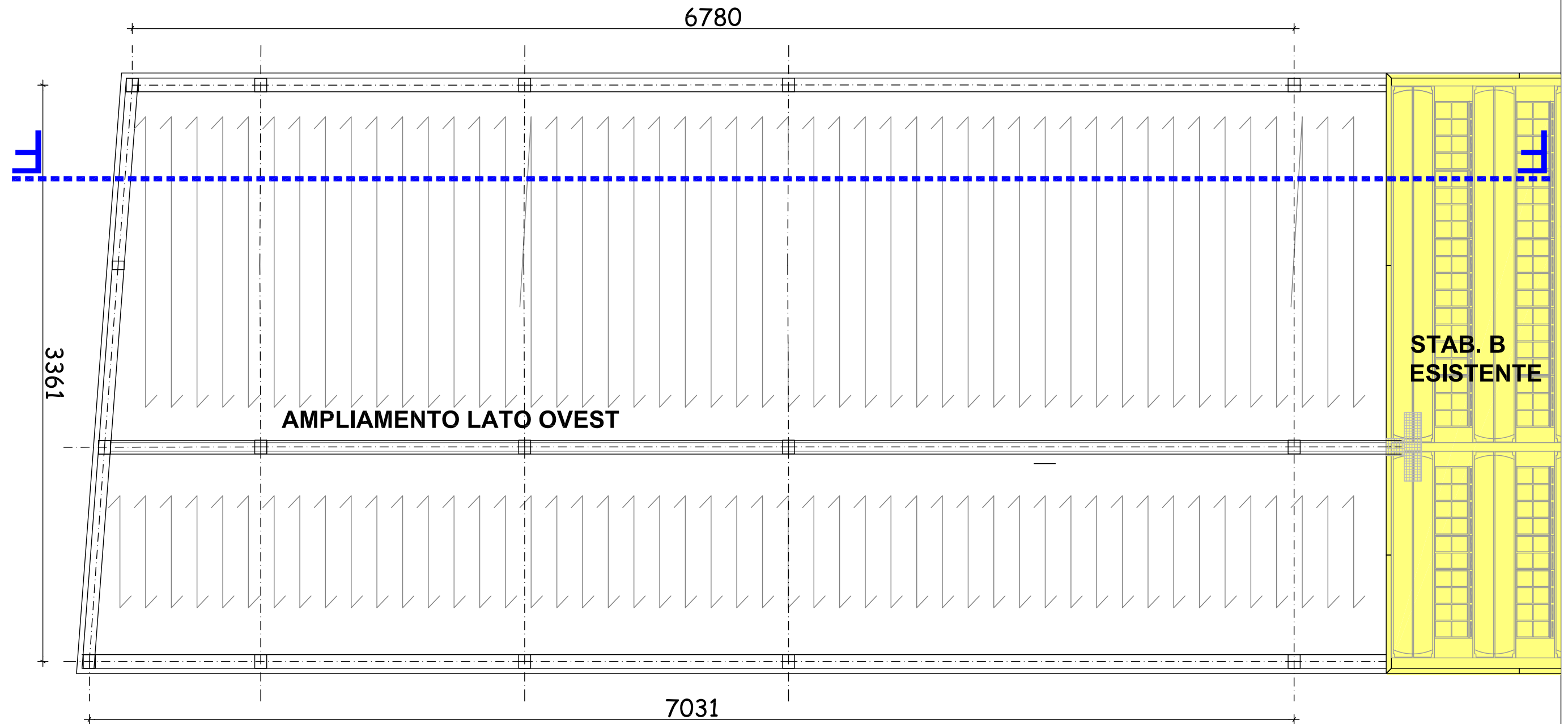
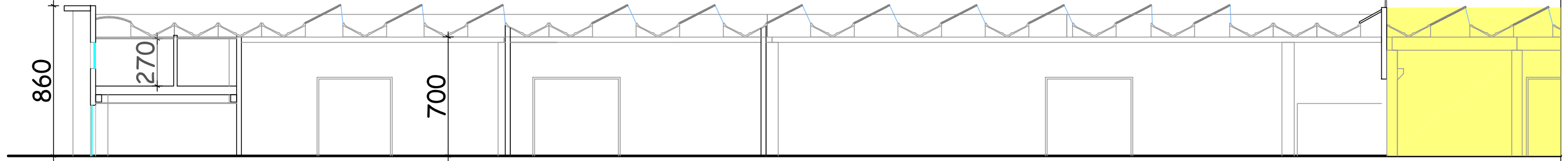
SEZIONE E-E



SCALA 1:250

SCHEMA ORDITURA COPERTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO OVEST)

SEZIONE F-F



SCALA 1:250

COPERTURA PREFABBRICATA (AMPLIAMENTO LATO EST E MAGAZZINO VERTICALE)



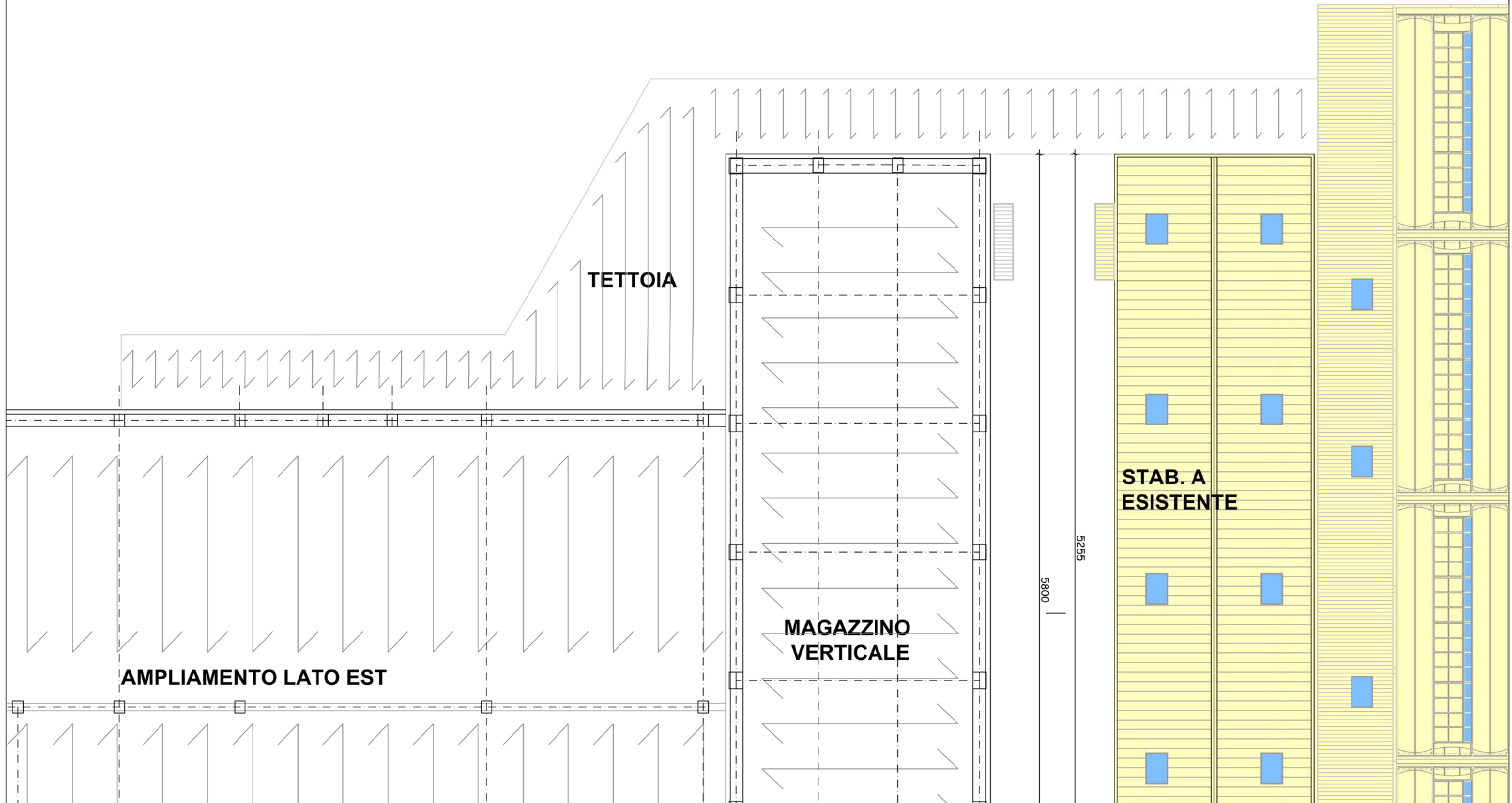
SCALA 1:250

COPERTURA PREFABBRICATA AMPLIAMENTO (LATO OVEST)



SCALA 1:250

SCHEMA ORDITURA COPERTURA TETTOIA IN CARPENTERIA METALLICA (AMPLIAMENTO LATO EST)



SCALA 1:250