

A.A. 2013-2014

POLITECNICO DI MILANO
Facoltà di Architettura e Società
Laurea Magistrale in Architettura

Laboratorio di progetto e costruzione

Prof. Matteo Gambaro

Prof. Roberto Iannetti

Prof. Angela Poletti

Federica Ambrosio, 798711

Michela Maggioni, 799323

Paola Scuteri, 700622

RELAZIONE TECNICA

Progetto strutturale

Sommario

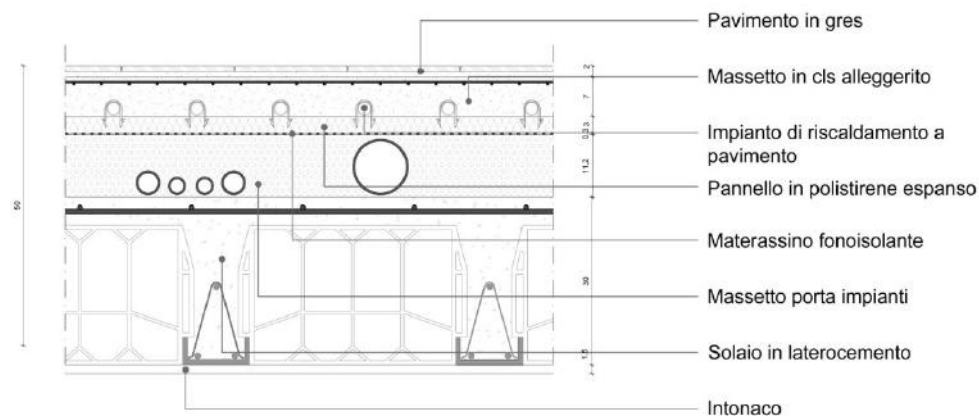
Analisi dei carichi	5
Predimensionamento.....	15
Dimensionamento solaio interpiano	19
Dimensionamento trave di spina	25
Dimensionamento trave di bordo	37
Dimensionamento trave perimetrale	49
Dimensionamento pilastri.....	61
Dimensionamento fondazioni	73

Analisi dei carichi

Solaio interpiano in latero-cemento

1. Carichi permanenti strutturali	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ³]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Solaio in latero-cemento 25+5 RDB	0,30	2500	375	3,75
TOTALE	0,30		G₁	3,75

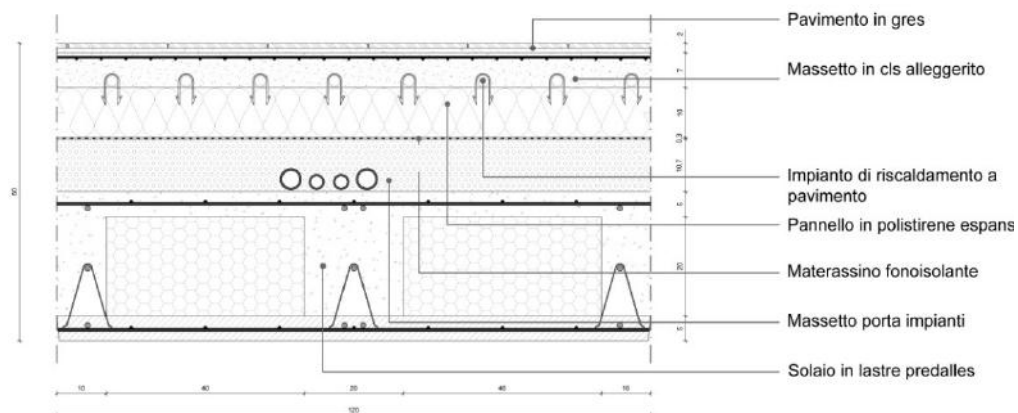
2. Pesi permanenti portati	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ³]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Pavimento in gres porcellanato	0,02	2300	46	0,46
Massetto in cls di argilla espansa	0,04	1100	44	0,44
Riscaldamento a pavimento	0,03	951	28,53	0,28
Isolante in polistirene espanso sinterizzato	0,03	30	0,90	0,009
Materassino fonoisolante	0,003	1050	3,15	0,032
Massetto porta impianti	0,112	2000	224	2,24
TOTALE	0,27		G₂	3,64



Solaio interpiano in lastre predalles

1. Carichi permanenti strutturali	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ²]	Incidenza [kg/m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Solaio in lastre predalles 5+15+5	0,25	1500	375	3,75
TOTALE	0,25		G₁	3,75

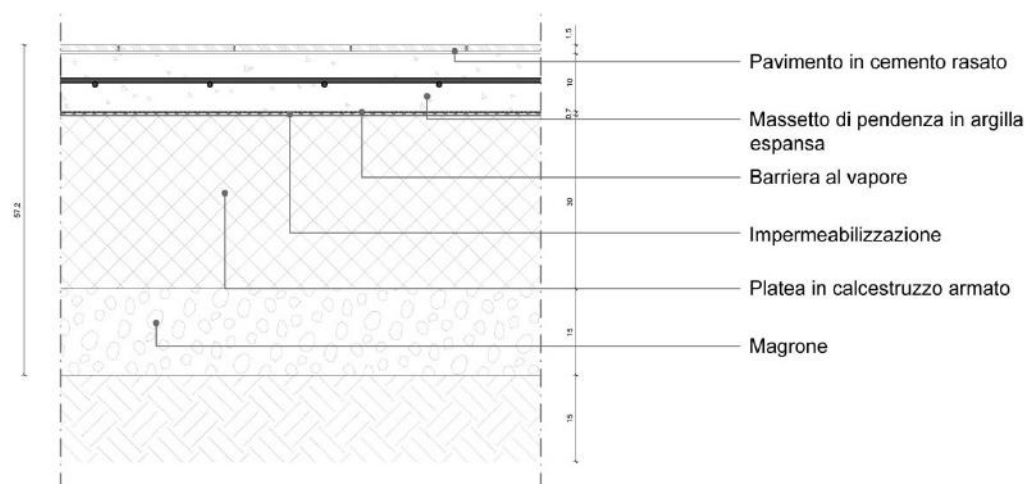
2. Pesì permanenti portati	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ²]	Incidenza [kg/m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Pavimento in gres porcellanato	0,02	2300	46	0,46
Massetto in cls di argilla espansa	0,04	1100	44	0,44
Riscaldamento a pavimento	0,03	951	28,53	0,28
Isolante in polistirene espanso sinterizzato	0,10	30	3	0,03
Materassino fonoisolante	0,003	1050	3,15	0,032
Massetto porta impianti	0,107	2000	214	2,14
TOTALE	0,27		G₂	3,39



Solaio a terra

1. Carichi permanenti strutturali	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ²]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Platea in cls armato	0,30	2400	720	7,20
TOTALE	0,30		G₁	7,20

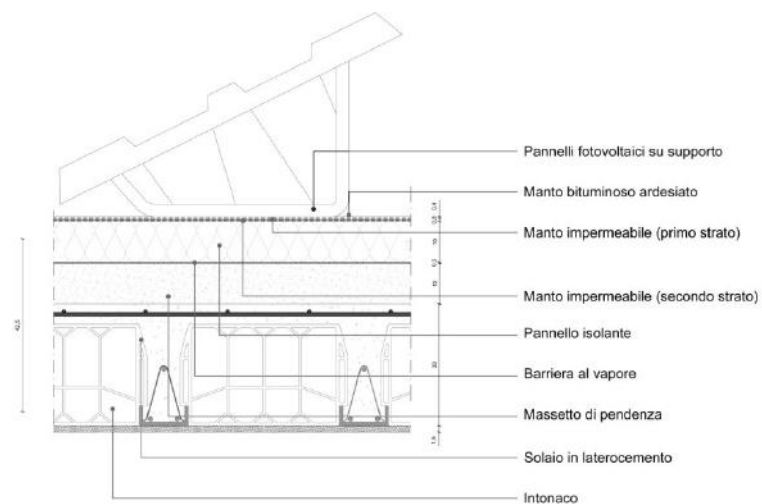
2. Pesi permanenti portati	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ²]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Pavimento in cemento rasato	0,015	2300	34,5	0,345
Massetto di pendenza in cls di argilla esp.	0,1	1100	110	1,1
Barriera al vapore Celenit VF 145	0,002	725	1,45	0,0145
Impermeabilizzazione isolcasa	0,005	60	0,3	0,003
TOTALE	0,12		G₂	1,46



Solaio di copertura in latero-cemento

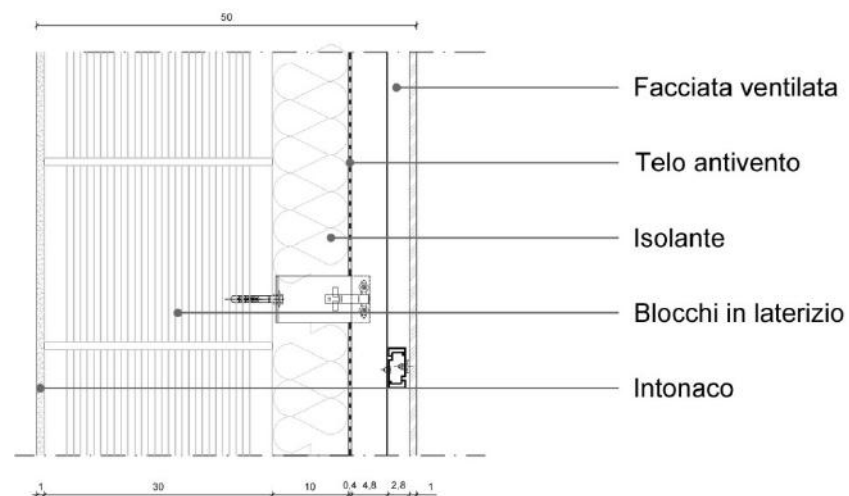
1. Carichi permanenti strutturali	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ²]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Solaio in latero-cemento 25+5 RDB	0,30	2500	375	3,75
TOTALE	0,30		G₁	3,75

2. Pesi permanenti portati	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ²]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Pannelli fotovoltaici	0,445	8,5	3,7825	0,037825
Manto impermeabile Phoenix Solar -35°	0,004	-	4	0,04
Manto impermeabile Phoenix Solar -35°	0,004	-	4	0,04
Isolante in polistirene espanso sinterizzato	0,1	30	3	0,03
Barriera al vapore Isolink P	0,003	72,5	4	0,04
Massetto di pendenza in argilla espansa	0,1	1100	110	1,1
Intonaco calce e gesso	0,015	1150	17,25	0,1725
TOTALE	0,671		G₂	1,46



Parete esterna

2. Pesì permanenti portati	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ³]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Facciata ventilata con rivestimento in gres	0,086	-	37	0,37
Telo antivento Delta Fassade plus	0,004	52,5	0,21	0,0021
Isolante in polistirene espanso sinterizzato	0,1	30	3	0,03
Blocchi in laterizio poroton 700	0,3	730	219	2,19
Intonaco calce e gesso	0,01	1150	11,5	0,115
TOTALE	0,50		G₂	4,57



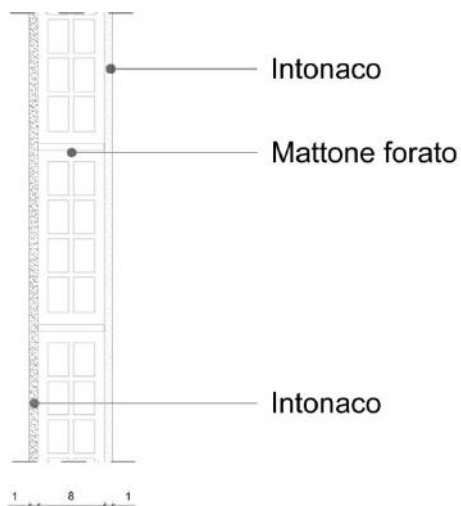
Pareti interne

2. Pesi permanenti portati	Spessore [m]	Massa volumica [kg/m ²]	Incidenza [kg/ m ²]	Incidenza [kN/m ²]
Intonaco calce e gesso	0,01	1150	11,5	0,115
Mattone forato	0,08	608	48,64	0,4864
Intonaco calce e gesso	0,01	1150	11,5	0,115
TOTALE	0,10		G₂	0,72

Incidenza media degli elementi divisori interni

Incidenza media [kN/m ²]	Altezza interpiano [m]	Incidenza [kN/m]
0,72	2,70	1,01

Quindi consideriamo da normativa NTC 2008 3.1.3.1 *Elementi divisori* : per elementi divisori $1,00 < G_2 < 2,00$: **$g_2 = 0,80$ kN/m²**



Carico della neve

Da normativa NTC 2008

Sito	Novara	
a_s [m]	162	< 200 m
Zona I - Mediterranea		
q_{sk} [kN/m ²]	1,50	
Inclinazione della falda		
α	5°	$0^\circ < \alpha < 30^\circ$
Coefficiente di forma		
μ_1	0,8	
Coefficiente di esposizione		
C_E	1	
Coefficiente termico		
C_t	1	
Carico della neve		
q_s [kN/m ²] = $\mu_1 \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$	1,2	
q_{sN} [kN/m ²]	0,20	
q_{sT} [kN/m ²]	0,45	

Azione del vento

Da normativa NTC 2008

Sito	Novara	Piemonte		
a_s [m]	162			
Zona 1				
a_0 [m]	1000			
Velocità del vento				
v_b [m/s]	25			
Pressione cinetica di riferimento				
$q_b = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2$	390,63			
Classe di rugosità del terreno	Classe B			
Distanza dal mare	> 30 km			
Altitudine	< 500 m			
Categoria V				
k_r	0,22			
z_0 [m]	0,3			
z_{min} [m]	8			
Altezza edificio	16 m	> z_{min}		
C_t	1			
Coefficiente di esposizione				
$C_e (z=16m) = k_r^2 \times C_t \times \ln (z/z_0) \times [7 + C_t \times \ln (z/z_0)]$	1,48			
Inclinazione delle falde				
α	5°	$0^\circ < \alpha < 20^\circ$		
Coefficiente di forma				
C_p	-0,4		0,8	
Coefficiente dinamico				
C_d	1			
Azione del vento				
$p = q_b \times C_e \times C_p \times C_d$	-231,25	N/m ²	462,5	N/m ²
	-0,23	kN/m²	0,46	kN/m²

Sovraccarichi variabili

Da normativa NTC 2008 Tabella 3.1.II

Cat.	Ambienti	Q_k [kN/m²]
A	Ambienti ad uso residenziale	2
H	Coperture e sottotetti	0,5

Tabella riassuntiva

Carichi permanenti	G_1 [kN/m²]	G_2 [kN/m²]	G_k [kN/m²]
Solaio interpiano in latero-cemento	3,75	3,64	7,39
Solaio interpiano in lastre predalles	3,75	3,39	7,14
Solaio a terra	7,2	1,46	8,66
Solaio di copertura in latero-cemento	3,75	1,46	5,21
Parete esterna		2,71	2,71
Pareti interne		0,80	0,80

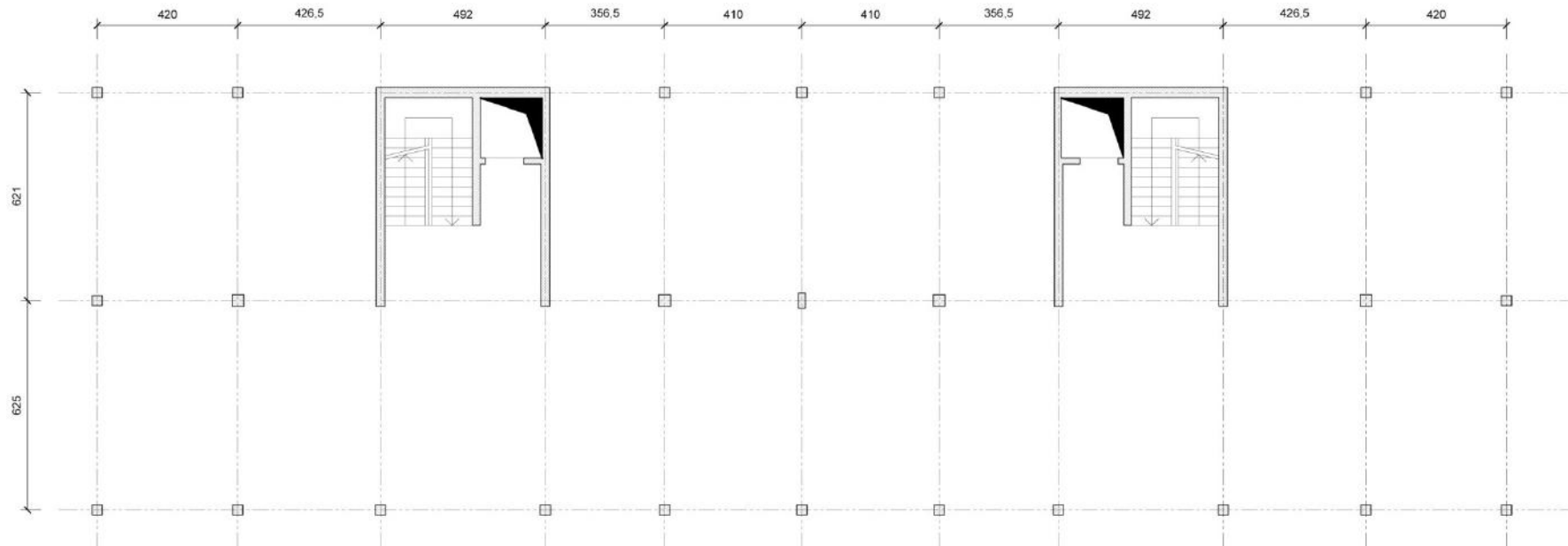
Carichi variabili	Q_k [kN/m²]
Ambienti ad uso residenziale	2
Coperture e sottotetti	0,5

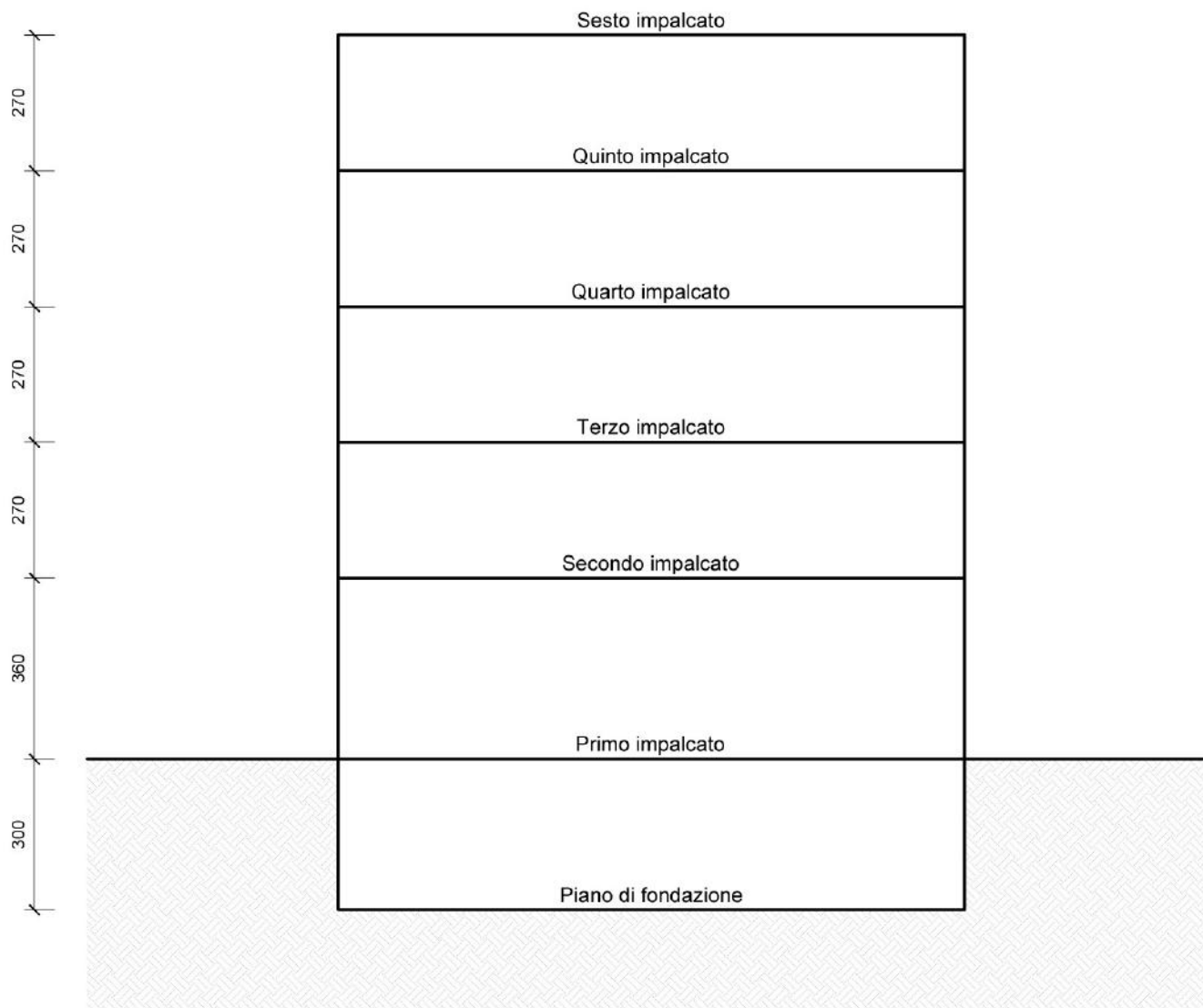
Predimensionamento

Fabbricato ad uso residenziale con un piano interrato e 5 piani fuori terra da costruire a Novara a 162 m s.l.m.

La struttura è in c.a. con tamponamenti non portanti in laterizio.

I solai interpiano sono in latero-cemento con travetti prefabbricati e il solaio tra in piano interrato e il piano terra è prefabbricato in lastre predalles.





Materiali e Loro caratteristiche

Calcestruzzo C25/30

Verifica agli SLU

Resistenza caratteristica:

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica a compressione cilindrica:

$$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a compressione di progetto:

$\gamma_c = 1,5$ coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

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

$$f_{cd} = (\alpha_{cc} \times f_{ck}) / \gamma_c = (0,85 \times 25) / 1,5 = 14,16 \text{ N/mm}^2$$

Modulo di elasticità:

$$E = 9,5 \times (f_{ck} + 8)^{1/3} = 30,44 \text{ kN/mm}^2$$

Verifica agli SLE

Massima tensione di compressione del calcestruzzo:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente}$$

Acciaio per armatura B 450 C

Verifica agli SLU

Resistenza caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza caratteristica di rottura:

$\gamma_c = 1,15$ coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_c = 450 / 1,15 = 391,3 \text{ N/mm}^2$$

Modulo di elasticità:

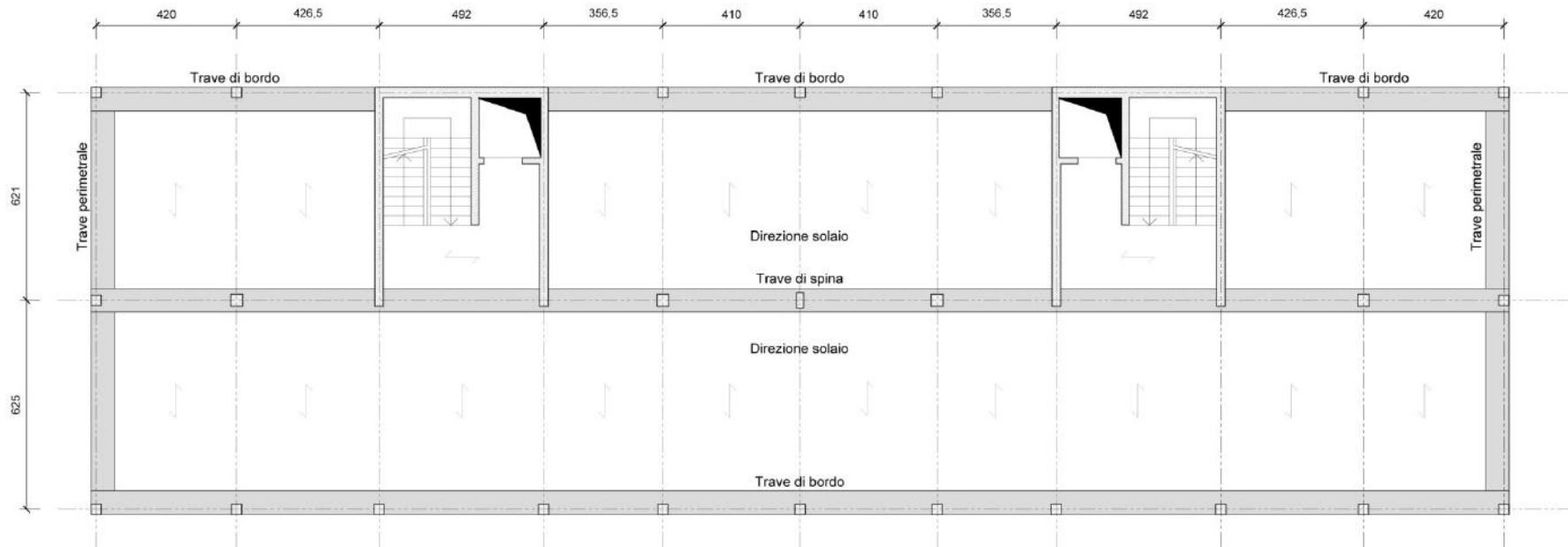
$$E = 206000 \text{ kN/mm}^2$$

Verifica agli SLE

Massima tensione dell'acciaio in condizioni di esercizio:

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk}$$

Scelta della direzione di travi-solaio



Travi

$$H = l_{\max} / d = (426,5 \text{ cm} / 20) + 3 \text{ cm} = 24,32 \text{ cm}$$

Solaio

$$H = l_{\max} / d = (625 \text{ cm} / 25) + 3 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

I solai e di conseguenza le travi se il copriferro è 3 cm devono essere più alte di 25 cm. Si scelgono solai alti 25+5 cm.

Calcolo solaio interpiano

Solaio interpiano in latero-cemento a travetti prefabbricati (impalcato 2-3-4-5-6)

Carichi di progetto

Permanenti $G_k = 3,64 + 0,8 = 4,44 \text{ kN/m}^2$
 Variabili $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$
 Travetti a due campate
 Luce [m] $6,25$ $6,21$

Titolo: Solaio in latero-cemento

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi): Appoggi

Camp. N*	Luce	Perm.	Var.	Sez. N*
1	6,25	4,44	2	1
2	6,21	4,44	2	1

Sezioni

App.	Largh.
1	
2	
3	

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio
 Incastro
 Libero
 Elastico

Diagnostici

Visualizza Deformata

Momento 1:

Scale fisse Taglio 1:

Freccia 1:

N. Punti Plottaggio:

Visualizza Stampa

Calcolo

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	19,61	2,5	10,5	2,125	6,90E-03	-2,08E-04
2	-21,54		-31,25			
m	19,26	3,726	10,22	4,099	6,67E-03	-2,43E-04
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		15,89	15,89	9,66
2	-25,12	25,03	50,15	34,58
3	-15,75		15,75	9,529

N* Totale Sezioni = 1

Sezione corrente

N*	b (m)	h (m)
1	0,5	0,05
2	0,12	0,25

J cm⁴
 m⁴

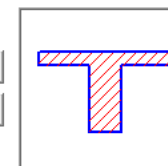
E N/mm²
 kN/m²

Tipo Sezione

Rettangolare

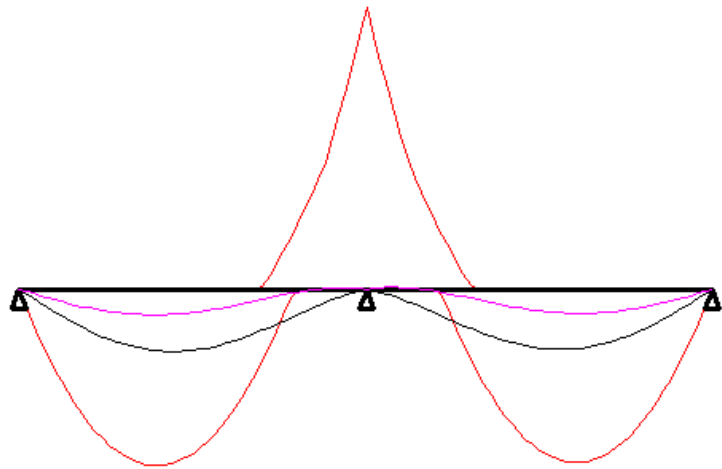
a T

Generica



Momento e taglio agli SLE

File : - Solaio in latero-cemento
 Scala momenti 1:10 - Sollecitazioni di Esercizio
 Scala Freccie 1:0,01

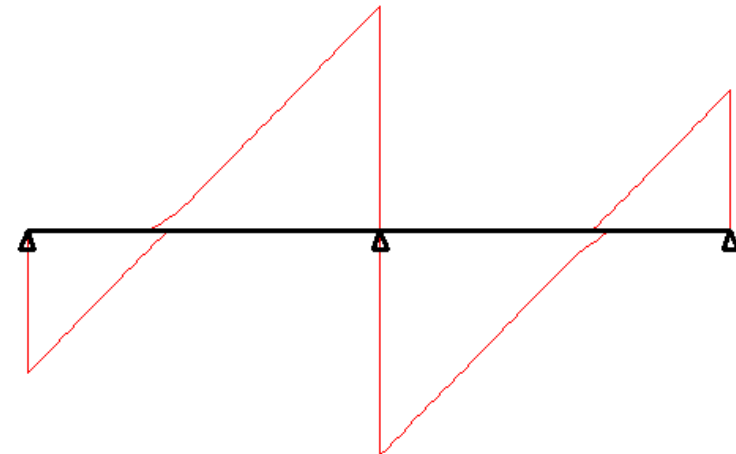


M min	0		-31,25		0
M max		19,61		19,26	
R max	15,89		50,15		15,75
R min	9,660		34,58		9,529
f max		6,90E-03		6,67E-03	
f min		-2,08E-04		-2,43E-04	

$M_{sd\max}^- = -31,25 \text{ kNm} = -3125 \text{ kgm}$

$M_{sd\max}^+ = 19,62 \text{ kNm} = 1962 \text{ kgm}$

File : - Solaio in latero-cemento
 Scala tagli 1:10 - Sollecitazioni di Esercizio



T maxs	0		-25,12		-15,75
T maxd	15,89		25,03		0
Luci		6,25		6,21	
gk		4,44		4,44	
qk		2		2	

$V_{sd} = |-25,12| \text{ kN}$

Tab. 1

Caratteristiche costruttive				Momenti max. di servizio Ms (kgm) riferiti alla striscia di solaio larga 1 metro						Caratteristiche meccaniche della sezione tutta reag. larga 1 metro			
Altezza	Peso travi e blocchi	Congl. per getto	Peso solaio in opera							Ab	xb	Jb	
H cm	Kg/m ²	l/m ²	kg/m ²	$\alpha l \leq 65$	$\sigma b \leq 85$	$\sigma a \leq 2400$				cm ²	cm	cm ⁴	
12	+3	72	52	205	337	623	786	974	1215	1588	910	6,36	19929
	+4	72	62	230	364	672	848	1052	1313	1716	1010	6,68	24176
	+5	72	72	255	391	722	911	1130	1410	1844	1110	7,03	28874
16.5	+0	85	33	175	380	704	887	1096	1262	1375	811	8,03	22141
	+3	85	63	250	457	846	1068	1326	1655	2169	1111	8,46	42268
	+4	85	73	275	484	896	1131	1404	1753	2294	1211	8,72	49639
	+5	85	83	300	511	946	1194	1482	1852	2423	1311	9,02	57498
20	+0	89	42	200	474	876	1102	1365	1702	1919	931	9,70	37168
	+3	89	72	275	551	1020	1289	1600	2002	2628	1231	9,98	65881
	+4	89	82	300	578	1070	1352	1679	2098	2748	1331	10,19	76037
	+5	89	92	325	605	1120	1415	1758	2197	2877	1431	10,44	86670
25	+0	101	55	250	608	1128	1423	1762	2198	2863	1151	12,19	72060
	+3	101	85	325	685	1270	1605	1995	2498	3282	1451	12,36	116890
	+4	101	95	350	712	1320	1668	2073	2592	3401	1551	12,53	132370
	+5	101	105	375	739	1370	1732	2152	2691	3527	1651	12,74	148330
Armatura inferiore traffico				2ø6						Area della sezione	Distanza asse neutro dal bordo superiore	Momento d'inerzia	
Armatura integrativa				-	1ø8	1ø10	1ø12	2ø10	2ø12				
Contrassegno travetti in funzione dell'armatura				0	1	2	3	4	5				
Lunghezze L (metri)				1,60	2,60	3,60	4,40	5,20	5,80				
dei travetti				1,80	2,80	3,80	4,60	5,40	6,00				
della serie normalizzata				2,00	3,00	4,00	4,80	5,60	6,20				
				2,20	3,20	4,20	5,00		6,40				
									6,60				
									6,80				

Solaio interpiano in lastre predalles 5+15+5 (impalcato 1)

Carichi di progetto

Permanenti $G_k = 3,39 + 0,8 = 4,19 \text{ kN/m}^2$
 Variabili $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$
 Travetti a due campate
 Luce [m] **6,25** **6,21**

Titolo: Solaio in latero-cemento
Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo
Numero campate (Compresi Sbalzi): 2 **Appoggi** **Sezioni**

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°
1	6,25	4,19	2	1
2	6,21	4,19	2	1

App.	Largh.
1	
2	
3	

Vincoli di estremità
 Sinistra Destra
Appoggio
Incastro
Libero
Elastico

Diagrammi
 Visualizza Deformata
 Momento 1: **Text1**
 Scale fisse Taglio 1: **Text1**
 Freccia 1: **Text1**
N. Punti Plottaggio: 100
 Visualizza Stampa
M I M + T
DWG Esporta Blocco ?

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	18,92	2,5	9,818	2,125	6,68E-03	-2,21E-04
2	-20,33		-30,03			
m	18,59	3,726	9,552	4,099	6,46E-03	-2,56E-04
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1	15,31	15,31	15,31	9,072
2	-24,15	24,06	48,21	32,63
3	-15,17		15,17	8,948

N° Totale Sezioni = 1

Sezione corrente 1

N°	b (m)	h (m)
1	0,5	0,05
2	0,12	0,25

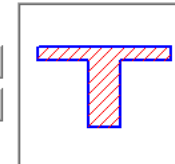
J cm⁴
 m⁴
 E N/mm²
 kN/m²

Visualizza Succ.

Visualizza prec.

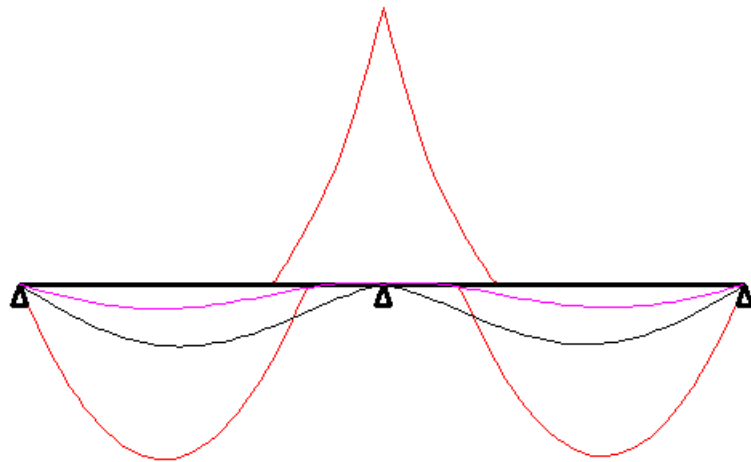
Fine

Tipo Sezione
 Rettangolare
 a T
 Generica



Momento e taglio agli SLE

File : - Solai in latero-cemento
 Scala momenti 1:10 - Sollecitazioni di Esercizio
 Scala Freccce 1:0,01

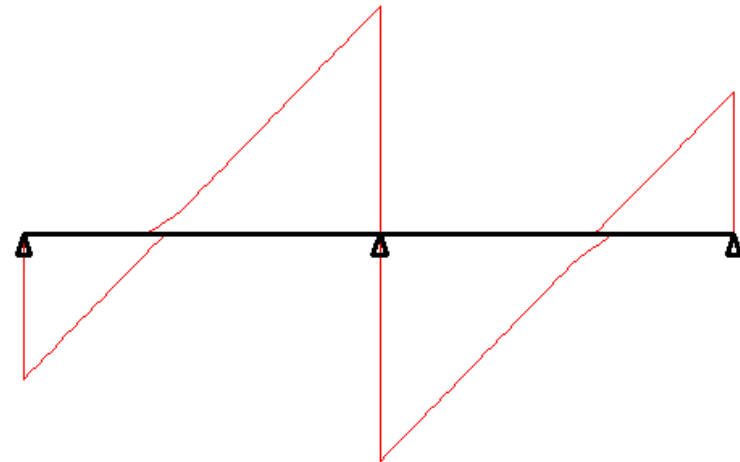


M min	0		-30,03		0
M max		18,92		18,59	
R max	15,31		48,21		15,17
R min	9,072		32,63		8,948
f max		6,68E-03		6,46E-03	
f min		-2,21E-04		-2,56E-04	

$M_{sd\ max}^- = -30,03\text{ kNm} = -3003\text{ kgm}$

$M_{sd\ max}^+ = 18,92\text{ kNm} = 1892\text{ kgm}$

File : - Solai in latero-cemento
 Scala tagli 1:10 - Sollecitazioni di Esercizio



T maxs	0		-24,15		-15,17
T maxd	15,31		24,06		0
Luci		6,25		6,21	
gk		4,19		4,19	
qk		2		2	

$V_{sd} = |-24,15|\text{ kN}$

Lastra B=120 cm b0=40 cm										
Spessor c lastra (cm)	Altezza allegg. (cm)	Spessor c cappa (cm)	Altezza solaio (cm)	Peso proprio (kg/m ²)	Luce max (cm)	Momento servizio Rck 250 (kgm)	Momento servizio Rck 300 (kgm)	Taglio servizio Rck 250 (kg)	Taglio servizio Rck 300 (kg)	Getto di compl. (l/m ²)
5	12	4	21	325	525	3'400	3'900	3'021	3'420	80
5	12	5	22	350	550	4'995	5'730	3'180	3'600	90
5	12	6	23	375	575	5'578	6'398	3'339	3'780	100
5	12	7	24	400	600	6'127	7'027	3'498	3'960	110
5	15	4	24	350	600	4'236	4'859	3'498	3'960	90
5	15	5	25	375	625	6'186	7'095	3'657	4'140	100
5	15	6	26	400	650	6'872	7'883	3'816	4'320	110
5	15	7	27	425	675	7'514	8'619	3'975	4'500	120
5	20	4	29	392	725	5'770	6'619	4'293	4'860	107
5	20	5	30	417	750	6'360	7'290	4'452	5'040	117
5	20	6	31	442	775	6'950	7'950	4'611	5'220	127
5	20	7	32	467	800	7'540	8'610	4'770	5'400	137
5	20	8	33	492	825	8'130	9'270	4'929	5'580	147
5	24	4	33	425	825	7'031	8'065	4'929	5'580	120
5	24	5	34	450	850	7'621	8'725	5'088	5'760	130
5	24	6	35	475	875	8'211	9'389	5'247	5'940	140
5	24	7	36	500	900	8'801	10'049	5'406	6'120	150
5	24	8	37	525	925	9'391	10'709	5'565	6'300	160
5	30	4	39	475	975	9'107	10'446	5'883	6'660	140
5	30	5	40	500	1'000	9'717	11'106	6'042	6'840	150
5	30	6	41	525	1'025	10'327	11'766	6'201	7'020	160
5	30	7	42	550	1'050	10'937	12'426	6'360	7'200	170
5	30	8	43	575	1'075	11'547	13'086	6'519	7'380	180
5	30	9	44	600	1'100	12'157	13'746	6'678	7'560	190
5	30	10	45	625	1'125	12'767	14'406	6'837	7'740	200
5	33	4	42	500	1'050	10'204	11'704	6'360	7'200	150
5	33	5	43	525	1'075	10'794	12'364	6'519	7'380	160
5	33	6	44	550	1'100	11'384	13'024	6'678	7'560	170
5	33	7	45	575	1'125	11'974	13'684	6'837	7'740	180
5	33	8	46	600	1'150	12'564	14'344	6'996	7'920	190
5	33	9	47	625	1'175	13'154	15'004	7'155	8'100	200
5	33	10	48	650	1'200	13'744	15'664	7'314	8'280	210

(NOTA: Momento e taglio in tabella sono agli SLE)

Dimensionamento trave di spina

Dati

Carichi di progetto

Permanenti	$G_k = 3,75 + 3,64 + 0,8 = 8,19 \text{ kN/m}^2$	
Variabili	$Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$	
Trave a due campate		
Luce	4,20 m	4,265
Vincoli	appoggio	appoggio
Luce di influenza	6,23 m	

Ipotesi dimensione trave in spessore

H = 30 cm (come solaio)

$B > L/6 = 426,5 \text{ cm} / 6 = 71 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{B = 90 \text{ cm}}$

Copriferro: $\mathbf{c = 3 \text{ cm}}$

Altezza utile: $\mathbf{d = H - c = 30 - 3 = 27 \text{ cm}}$ (distanza dal lembo compresso alle barre tese)

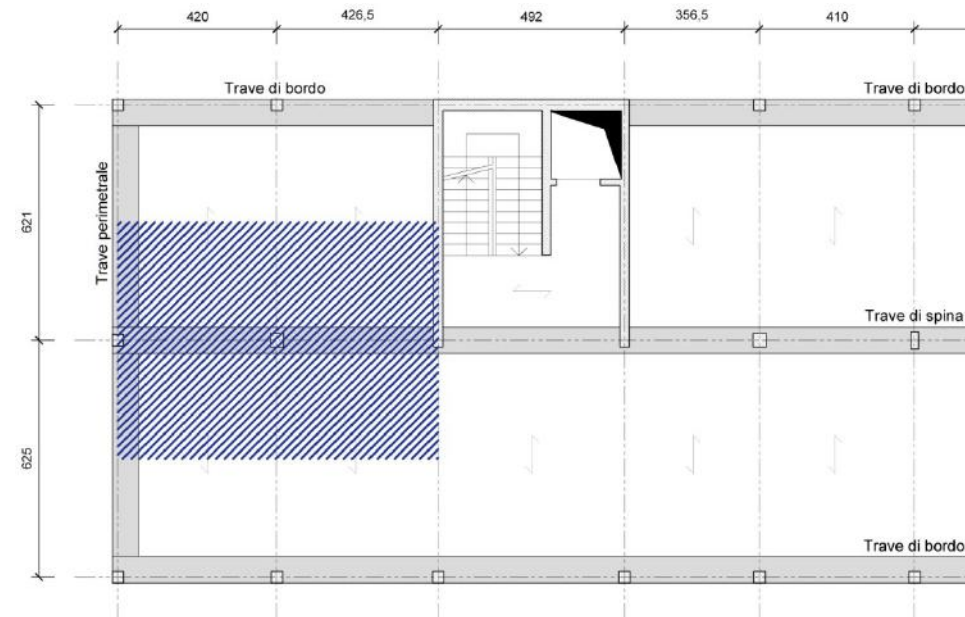
$\mathbf{d' = c = 3 \text{ cm}}$ (distanza dal lembo compresso alle barre compresse)

Peso proprio della trave: $\mathbf{P = A_t \times \rho_{cls} = (0,3 \times 0,9) \text{ m}^2 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 625 \text{ kg/m} = 6,25 \text{ kN/m}}$

Carico distribuito agente sulla trave da usare nei calcoli e azioni sollecitanti:

$\mathbf{g = 8,19 \text{ kN/m}^2 \times 6,23 \text{ m} = 49,47 \text{ kN/m}}$

$\mathbf{q = 2 \text{ kN/m}^2 \times 6,23 \text{ m} = 12,46 \text{ kN/m}}$



SLE

Carico distribuito: $p_{SLE} = g + q = 49,47 + 12,46 = 61,93 \text{ kN/m}$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{10} = \frac{61,93 \times 4,265^2}{10} = 112,65 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{12} = \frac{61,93 \times 4,265^2}{12} = 93,88 \text{ kNm}$$

$$V_{sd \max} = \frac{p \times l}{1,65} = \frac{61,93 \times 4,265}{1,65} = 160,08 \text{ kNm}$$

SLU

Carico distribuito: $p_{SLE} = 1,4 g + 1,5 q = 1,4 \times 49,47 + 1,5 \times 12,46 = 87,95 \text{ kN/m}$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{10} = \frac{87,95 \times 4,265^2}{10} = 159,98 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{12} = \frac{87,95 \times 4,265^2}{12} = 133,32 \text{ kNm}$$

$$V_{sd \max} = \frac{p \times l}{1,65} = \frac{87,95 \times 4,265}{1,65} = 227,34 \text{ kNm}$$

N* Totale Sezioni = 1
Sezione corrente 1

N*	b (m)	h (m)
1	0,9	0,3

J 202.500 cm⁴
0,002025 m⁴

E 20.000 N/mm²
2E+07 kN/m²

Visualizza Succ.
Visualizza prec.
Fine

Tipo Sezione
 Rettangolare
 a T
 Generica

Titolo: Trave di spina

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi): 2

Camp. N*	Luce	Perm.	Var.	Sez. N*
1	4,20	49,47	12,46	1
2	4,265	49,47	12,46	1

Appoggi

App.	Largh.
1	
2	
3	

Sezioni

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 10

Scale fisse Taglio 1: 10

Freccia 1: 0,01

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

M I M + T

DWG Esporta Blocco ?

Calcolo

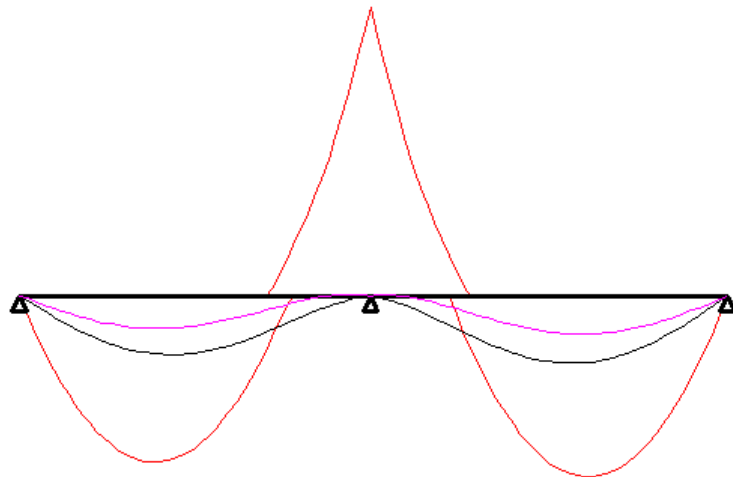
Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	81,41	1,596	55,5	1,512	2,88E-03	-5,18E-05
2	-110,8		-138,7			
m	85,18	2,644	58,87	2,73	3,15E-03	-2,95E-05
3	3,639E-05		4,899E-05			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		100,4	100,4	74,11
2	-163,1	164,6	327,7	261,7
3	-102,7		102,7	76,32

Momento e taglio agli SLE

File : - Solaio in predalles
 Scala momenti 1:50 - Sollecitazioni di Esercizio
 Scala Freccce 1:0,005

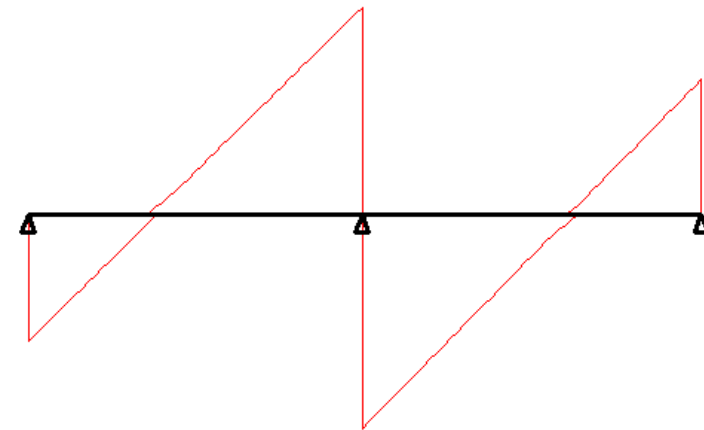


M min	0		-141,0		-5,077E-05
M max		81,41		88,60	
R max	100,4		333,0		106,5
R min	73,56		261,7		76,32
f max		2,88E-03		3,30E-03	
f min		-6,80E-05		-2,95E-05	

$$M_{sd \max}^- = -141 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max}^+ = 88,60 \text{ kNm}$$

File : - Solaio in predalles
 Scala tagli 1:100 - Sollecitazioni di Esercizio

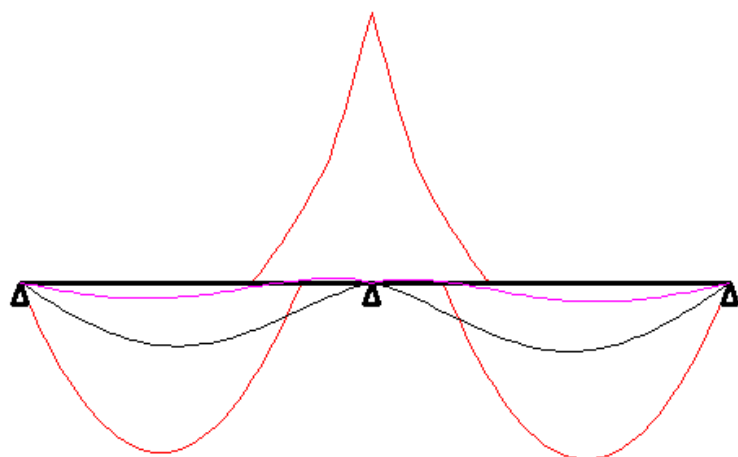


T maxs	0		-163,6		-106,5
T maxd	100,4		169,4		0
Luci		4,2		4,265	
gk		49,47		49,47	
qk		12,46		14,46	

$$V_{sd} = |169,4| \text{ kN}$$

Momento e taglio agli SLU

File : - Trave di spina
 Scala momenti 1:100 - Sollecitazioni SLU
 Scala Freccce 1:0,01

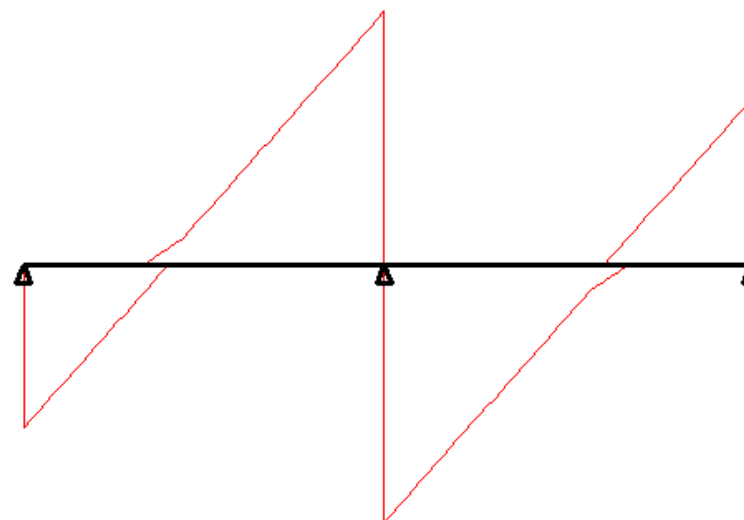


M min	0				
M max		116,7		-185,9	-6,772E-05
R max	139,2		439,1		142,0
R min	68,36		261,7		70,92
f max		4,36E-03		4,71E-03	
f min		-3,01E-04		-2,36E-04	

$M_{sd\ max}^- = 185,9\text{ kNm}$

$M_{sd\ max}^+ = 121,5\text{ kNm}$

File : - Trave di spina
 Scala tagli 1:100 - Sollecitazioni SLU



T maxs	0				
T maxd	139,2				
Luci		4,2			4,265
gk		49,47			49,47
qk		12,46			12,46

$V_{sd} = | 220,6 | \text{ kN}$

PROGETTO E VERIFICA SEZIONE ALL'APPOGGIO

Stati Limite ultimi

Flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max} = 185,9\ kNm = 1859000\ kg/cm^2$$

Calcolo armatura:

$$A_s = M_{sd\ max} / (f_{yd} \times 0,85 \times d) = 1859000\ kgcm / (3913\ kg/cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm) = 20,7\ cm^2$$

Armature tese: $8\ \phi\ 20 = 25,3\ cm^2$

$$A'_s = 50\% A_s = 10,35\ cm^2$$

Armature compresse: $4\ \phi\ 20 = 12,57\ cm^2$

Momento resistente:

$$M_{rd} = A_s \times 0,85 \times d \times f_{yd} = 25,3\ cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm \times 3913\ kg/cm^2 = 2272024,755\ kgcm = 227,20\ kNm > M_{sd}$$

Rapporto tra armature e area del calcestruzzo:

$$\rho = A_s / A_c = 25,3\ cm^2 / (90 \times 27)\ cm^2 = 0,0104 = 1,04\ \% < 1,20\ \% \text{ rottura duttile}$$

Titolo: Trave di spina

N° strati barre: 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	90	30	1	25,13	3

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 185,9 kNm
M_{yEd}: 0

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
Coord.[cm]: xN 0, yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: -226,5 kNm

Materiali: B450C C25/30

ε _{su} : 67,5 ‰	ε _{c2} : 2 ‰	σ _c : -14,17 N/mm²
f _{yd} : 391,3 N/mm²	ε _{cu} : 3,5 ‰	σ _s : 391,3 N/mm²
E _s : 200.000 N/mm²	f _{cd} : 14,17	ε _c : 3,5 ‰
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 0,8	ε _s : 6,423 ‰
ε _{syd} : 1,957 ‰	σ _{c,adm} : 9,75	d: 27 cm
σ _{s,adm} : 255 N/mm²	τ _{co} : 0,6	x: 9,523 x/d: 0,3527
	τ _{c1} : 1,829	δ: 0,8809

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o: 0 cm Col. modello

Precompresso

Taglio

Taglio sollecitante:

$$V_{sd} = 220,6 \text{ kN}$$

Taglio resistente:

La trave ha una base di 90 cm, perciò uso staffe a 4 braccia, con diametro di 8mm e passo 10cm agli appoggi

$$V_{rd} = 0,85 \times d \times [(n^{\circ}b \times A_{sw})/s] \times f_{yd} = 0,85 \times 27 \text{ cm} \times [(4 \times 0,5 \text{ cm}^2)/10 \text{ cm}] \times 3913 \text{ kg/cm}^2 = 17960,67 \text{ kg} = 179,6 \text{ kN} < V_{sd}$$

Considero staffe con un diametro di 10 mm.

$$V_{rd} = 0,85 \times d \times [(n^{\circ}b \times A_{sw})/s] \times f_{yd} = 0,85 \times 27 \text{ cm} \times [(4 \times 0,79 \text{ cm}^2)/10 \text{ cm}] \times 3913 \text{ kg/cm}^2 = 28377,86 \text{ kg} = 283,8 \text{ kN} > V_{sd} \text{ VERIFICATO}$$

Staffe $\phi 10/10$ a 4 braccia per 1m prima e dopo l'appoggio
 $\phi 10/20$ a 4 braccia in campata

Stati Limite di esercizio

Sforzi - verifica a flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max} = 141\ kNm = 1410000\ kg/cm^2$$

Calcolo semplificato manuale

$$r = d/\sqrt{(M_{sd} / B)} = 27\ cm / \sqrt{(1410000\ kgcm / 90\ cm)} = 0,216$$

$$d'/d = 3\ cm / 27\ cm = 0,11\ (0,14)$$

Dalla tabella: $s = 0,399$

Distanza del lembo compresso dall'asse neutro:

$$x = s \times d = 0,399 \times 27 = 10,773$$

$$\sigma_c = 2 \times M_{sd} / b \times (d - x/3) = 2 \times 1410000 / 90 \times 10,773 \times (27 - 10,773/3) = 124,25\ kg/cm^2 \approx 100\ kg/cm^2 \leq 0,60\ f_{ck}$$

$$\sigma_c = M_{sd} / A_s (d - x/3) = 1410000 / 25,3 \times (27 - 10,773/3) = 2097,18\ kg/cm^2 \approx 2600\ kg/cm^2 \leq 0,80\ f_{ck}$$

B450C
n=15
d'/d=0,14
s, r, t

ϵ_r	s	r	t
30	0,148	0,689	0,00059
35	0,168	0,598	0,00068
40	0,188	0,530	0,00077
45	0,206	0,477	0,00087
50	0,224	0,435	0,00096
55	0,241	0,400	0,00105
60	0,257	0,371	0,00114
64	0,270	0,351	0,00121
66	0,276	0,342	0,00124
68	0,282	0,333	0,00128
70	0,288	0,325	0,00131
72	0,293	0,317	0,00135
74	0,299	0,310	0,00138
76	0,305	0,303	0,00142
77	0,308	0,300	0,00143
78	0,310	0,296	0,00145
79	0,313	0,293	0,00147
80	0,316	0,290	0,00149
81	0,318	0,287	0,00150
82	0,321	0,284	0,00152
83	0,324	0,281	0,00154
84	0,326	0,278	0,00155
85	0,329	0,276	0,00157
86	0,332	0,273	0,00159
87	0,334	0,270	0,00160
88	0,337	0,268	0,00162
89	0,339	0,265	0,00164
90	0,342	0,263	0,00166
91	0,344	0,260	0,00167
92	0,347	0,258	0,00169
93	0,349	0,256	0,00171
94	0,352	0,253	0,00172
95	0,354	0,251	0,00174
96	0,356	0,249	0,00176
97	0,359	0,247	0,00177
98	0,361	0,245	0,00179
100	0,366	0,241	0,00182
105	0,377	0,231	0,00191
110	0,388	0,222	0,00199
115	0,399	0,214	0,00207
120	0,409	0,207	0,00215
125	0,419	0,200	0,00223

Titolo: Trave di spina

N° strati barre: 1

N°	b [cm]	h [cm]
1	90	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25.13	3

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	0	-141	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali

ϵ_{su}	67.5	%	ϵ_{c2}	2	%
f_{yd}	391.3	N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5	%
E_s	200.000	N/mm ²	f_{cd}	14.17	
E_s/E_c	15		f_{cc}/f_{cd}	0.8	?
ϵ_{syd}	1.957	%	$\sigma_{c,adm}$	9.75	
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm ²	τ_{co}	0.6	
			τ_{c1}	1.829	

σ_c -11.83 N/mm²
 σ_s 241.9 N/mm²

ϵ_s 1.21 %
d 27 cm
x 11.42 x/d 0.4231
 δ 0.9688

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica
N° iterazioni: 4

Precompresso

PROGETTO E VERIFICA CAMPATA PIÙ SOLLECITATA

Stati Limite ultimi

Flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max}^+ = 121,5\ kNm = 1215000\ kg/cm^2$$

Calcolo armatura:

$$A_s = M_{sd\ max}^+ / (f_{yd} \times 0,85 \times d) = 1215000\ kg/cm^2 / (3913\ kg/cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm) = 13,53\ cm^2$$

Armature tese: 5 ϕ 20 = 15,71 cm²

$$A'_s = 50\% A_s = 6,76\ cm^2$$

Armature compresse: 4 ϕ 20 = 12,57 cm²

Momento resistente:

$$M_{rd} = A_s \times 0,85 \times d \times f_{yd} = 15,71\ cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm \times 3913\ kg/cm^2 = 1410810,629\ kgcm = 141,08\ kNm > M_{sd}$$

Rapporto tra armature e area del calcestruzzo:

$$\rho = A_s / A_c = 15,71\ cm^2 / (90 \times 27)\ cm^2 = 0,0065 = 0,65\ \% < 1,20\ \% \text{ rottura duttile}$$

The screenshot shows a software interface for structural design. The main window is titled "Trave di spina". It contains several input fields and tables. The "Sollecitazioni" table shows: N_{Ed} = 0, M_{xEd} = 121,5, M_{yEd} = 0. The "P.to applicazione N" section shows "Centro" selected. The "Materiali" section shows properties for B450C and C25/30. The "Tipo rottura" section shows "Lato calcestruzzo - Acciaio snervato". The "Tipo flessione" section shows "Fletta" selected. The "Calcola MRd" button is visible.

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm ²]	d [cm]
1	90	30	1	15,71	27

Sollecitazioni		Metodo n	
N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	121,5	0	kNm
M _{yEd}	0	0	

Materiali	
B450C	C25/30
ε _{su}	67,5 %
f _{yd}	391,3 N/mm ²
E _s	200.000 N/mm ²
E _s /E _c	15
ε _{syd}	1,957 %
σ _{s,adm}	255 N/mm ²
ε _{c2}	2 %
ε _{cu}	3,5 %
f _{cd}	14,17
f _{cc} /f _{cd}	0,8
σ _{c,adm}	9,75
τ _{co}	0,6
τ _{c1}	1,829

M _{xRd}	150,7	kN m
σ _c	-14,17	N/mm ²
σ _s	391,3	N/mm ²
ε _s	3,5	%
ε _s	12,38	%
d	27	cm
x	5,952	x/d 0,2204
δ	0,7155	

*Stati Limite di esercizio**Deformazioni*

$$l/500 = 426,5/500 = 0,853 \text{ cm}$$

$$F_{\text{max campata}} = 0,33 \text{ cm} < l/500$$

Sforzi - verifica a sezione

Momento sollecitante:

$$M_{\text{sd max}} = 88,60 \text{ kNm} = 886000 \text{ kg/cm}^2$$

Calcolo semplificato manuale

$$r = d/\sqrt{(M_{\text{sd}}/B)} = 27 \text{ cm} / \sqrt{(886000 \text{ kgcm} / 90 \text{ cm})} = 0,272$$

$$d'/d = 3 \text{ cm} / 27 \text{ cm} = 0,11 \text{ (0,14)}$$

Dalla tabella: $s = 0,332$

Distanza del lembo compresso dall'asse neutro:

$$x = s \times d = 0,332 \times 27 = 8,964$$

$$\sigma_c = 2 \times M_{\text{sd}} / b \times (d - x/3) = 2 \times 886000 / 90 \times 8,964 \times (27 - 8,964/3) = 91,47 \text{ kg/cm}^2 \approx 100 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,60 f_{\text{ck}}$$

$$\sigma_c = M_{\text{sd}} / A_s (d - x/3) = 886000 / 15,71 \times (27 - 8,964/3) = 2348,71 \text{ kg/cm}^2 \approx 2600 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,80 f_{\text{ck}}$$

B450C
n=15
d'/d=0,14
s, r, t

σ_c	s	r	t
30	0,148	0,689	0,00059
35	0,168	0,598	0,00068
40	0,188	0,530	0,00077
45	0,206	0,477	0,00087
50	0,224	0,435	0,00096
55	0,241	0,400	0,00105
60	0,257	0,371	0,00114
64	0,270	0,351	0,00121
66	0,276	0,342	0,00124
68	0,282	0,333	0,00128
70	0,288	0,325	0,00131
72	0,293	0,317	0,00135
74	0,299	0,310	0,00138
76	0,305	0,303	0,00142
77	0,308	0,300	0,00143
78	0,310	0,296	0,00145
79	0,313	0,293	0,00147
80	0,316	0,290	0,00149
81	0,318	0,287	0,00150
82	0,321	0,284	0,00152
83	0,324	0,281	0,00154
84	0,326	0,278	0,00155
85	0,329	0,276	0,00157
86	0,332	0,273	0,00159
87	0,334	0,270	0,00160
88	0,337	0,268	0,00162
89	0,339	0,265	0,00164
90	0,342	0,263	0,00166
91	0,344	0,260	0,00167
92	0,347	0,258	0,00169
93	0,349	0,256	0,00171
94	0,352	0,253	0,00172
95	0,354	0,251	0,00174
96	0,356	0,249	0,00176
97	0,359	0,247	0,00177
98	0,361	0,245	0,00179
100	0,366	0,241	0,00182
105	0,377	0,231	0,00191
110	0,388	0,222	0,00199
115	0,399	0,214	0,00207
120	0,409	0,207	0,00215
125	0,419	0,200	0,00223

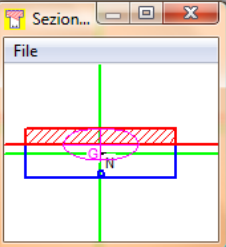
Titolo : Trave di spina

N° strati barre: 1

N°	b [cm]	h [cm]
1	90	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	27

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezion...
 File


Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	0	88,60	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5 ‰
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	14,17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6
		τ_{c1}	1,829

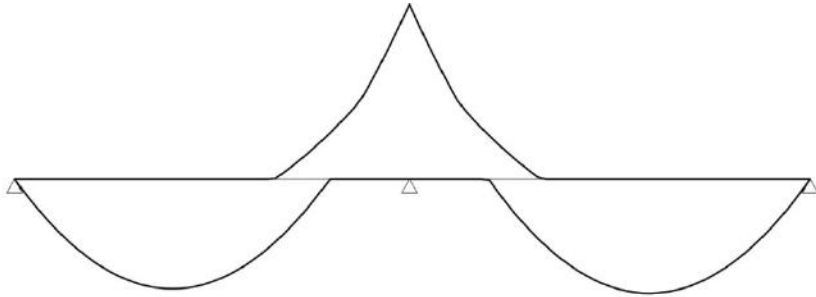
σ_c -8,651 N/mm²
 σ_s 236,8 N/mm²

Verifica
 N° iterazioni: 4

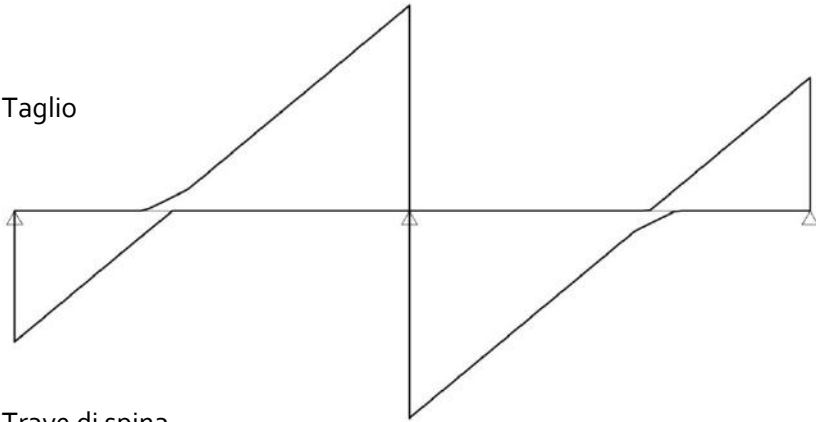
Precompresso

ϵ_s 1,184 ‰
 d 27 cm
 x 9,557 x/d 0,354
 δ 0,8825

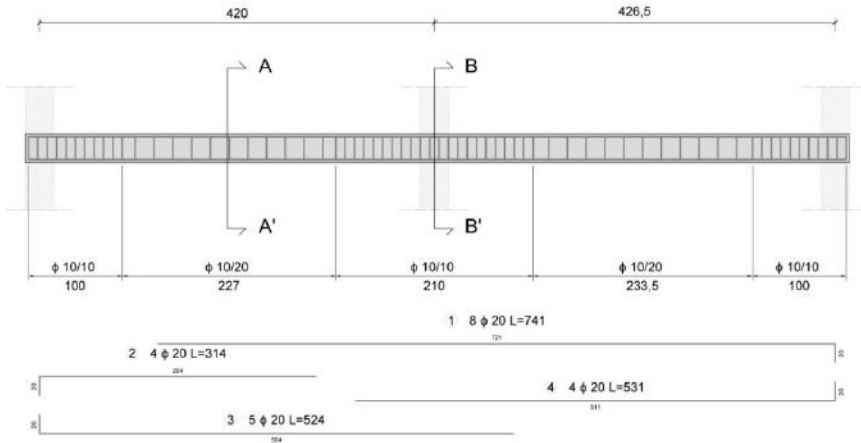
Momento



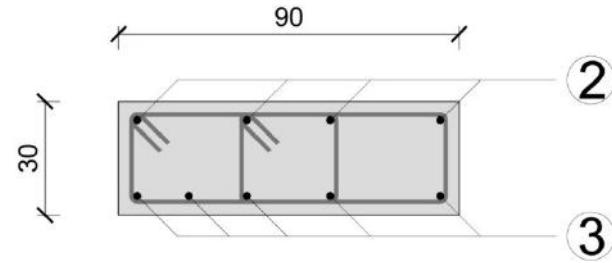
Taglio



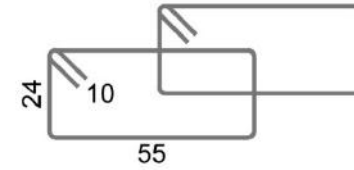
Trave di spina



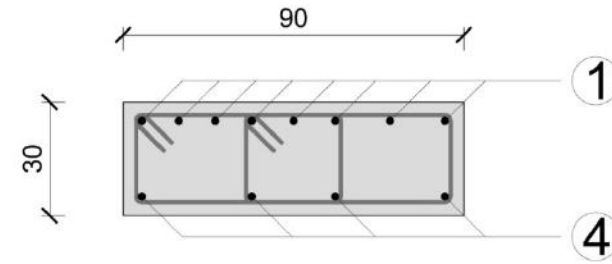
Sezione A-A'



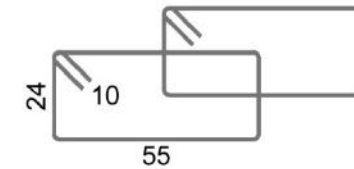
$\phi 10/20 L=178+178$



Sezione B-B'



$\phi 10/10 L=178+178$



Dimensionamento trave di bordo

Dati

Carichi di progetto

Permanenti	$G_k = 3,75 + 3,64 + 4,57 + 0,8 = 12,76 \text{ kN/m}^2$	
Variabili	$Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$	
Trave a due campate		
Luce	4,20 m	4,265
Vincoli	appoggio	appoggio
Luce di influenza	3,10 m	

Ipotesi dimensione trave in spessore

H = 30 cm (come solaio)

$B > L/6 = 426,5 \text{ cm} / 6 = 71 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{B = 90 \text{ cm}}$

Copriferro: **c = 3 cm**

Altezza utile: **d = H - c = 30 - 3 = 27 cm** (distanza dal lembo compresso alle barre tese)

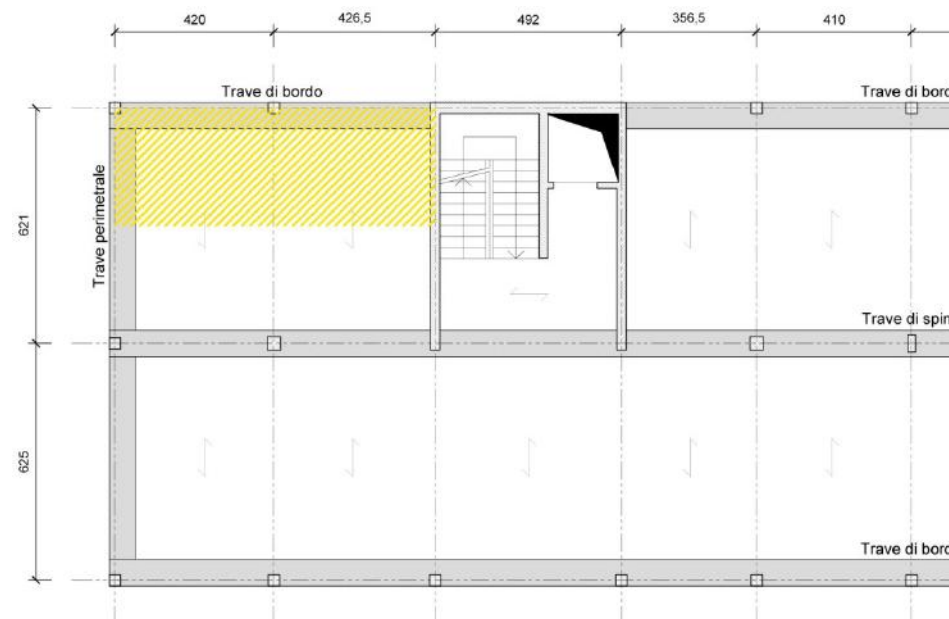
d' = c = 3 cm (distanza dal lembo compresso alle barre compresse)

Peso proprio della trave: $P = A_t \times \rho_{cls} = (0,3 \times 0,9) \text{ m}^2 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 625 \text{ kg/m} = \mathbf{6,25 \text{ kN/m}}$

Carico distribuito agente sulla trave da usare nei calcoli e azioni sollecitanti:

$g = 12,76 \text{ kN/m}^2 \times 3,10 \text{ m} = \mathbf{33,015 \text{ kN/m}}$

$q = 2 \text{ kN/m}^2 \times 3,10 \text{ m} = \mathbf{6,20 \text{ kN/m}}$



SLE

Carico distribuito: $p_{SLE} = g + q = 33,015 + 6,20 = 39,215 \text{ kN/m}$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{10} = \frac{39,215 \times 4,265^2}{10} = 71,33 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{12} = \frac{39,215 \times 4,265^2}{12} = 59,44 \text{ kNm}$$

$$V_{sd \max} = \frac{p \times l}{1,65} = \frac{39,215 \times 4,265}{1,65} = 101,36 \text{ kNm}$$

SLU

Carico distribuito: $p_{SLE} = 1,4 g + 1,5 q = 1,4 \times 33,015 + 1,5 \times 6,20 = 55,52 \text{ kN/m}$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{10} = \frac{55,52 \times 4,265^2}{10} = 100,99 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{12} = \frac{55,52 \times 4,265^2}{12} = 84,16 \text{ kNm}$$

$$V_{sd \max} = \frac{p \times l}{1,65} = \frac{55,52 \times 4,265}{1,65} = 143,51 \text{ kNm}$$

N* Totale Sezioni = 1
Sezione corrente 1

N*	b (m)	h (m)
1	0,9	0,3

J 202.500 cm⁴
0.002025 m⁴

E 20.000 N/mm²
2E+07 kN/m²

Visualizza Succ.
Visualizza prec.
Fine

Tipo Sezione
 Rettangolare
 a T
 Generica

Titolo : Trave di bordo

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi) : 2

Camp. N*	Luca	Perm.	Var.	Sez. N*
1	4,20	33,015	6,20	1
2	4,265	33,015	6,20	1

Appoggi

App.	Largh.
1	
2	
3	

Sezioni

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 50

Scale fisse Taglio 1: 100

Freccia 1: 0,005

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

DWG Esporta Blocco

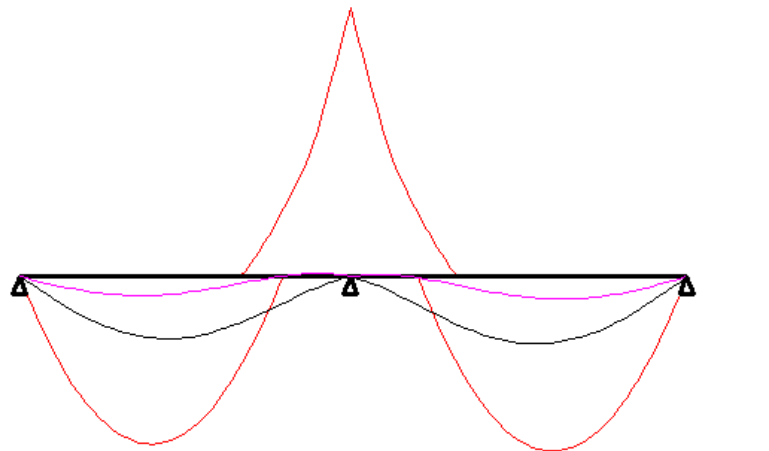
Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	50,81	1,596	37,91	1,512	1,78E-03	-2,14E-05
2	-73,94		-87,83			
m	53,23	2,644	40,12	2,73	1,95E-03	-9,91E-06
3	2,455E-05		3,081E-05			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		63,13	63,13	50,04
2	-103,3	104,2	207,5	174,7
3	-64,62		64,62	51,48

Momento e taglio agli SLU

File : - Trave di bordo
Scala momenti 1:50 - Sollecitazioni SLU
Scala Frece 1:0,005

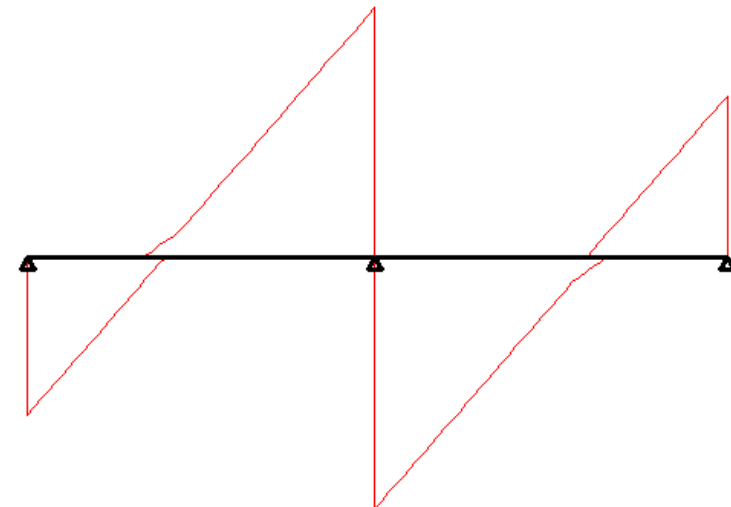


M min	0		-117,0		-4,237E-05
M max		72,56		75,61	
R max	87,05		276,3		88,86
R min	46,49		174,7		48,14
f max		2,69E-03		2,91E-03	
f min		-1,54E-04		-1,16E-04	

$$M_{sd \max}^- = -117 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max}^+ = 75,61 \text{ kNm}$$

File : - Trave di bordo
Scala tagli 1:50 - Sollecitazioni SLU



T maxs	0				
T maxd	87,05				
Luci		4,2		4,265	
gk		33,02		33,02	
qk		6,2		6,2	
			-137,5		-88,86
			138,8		0

$$V_{sd} = |138,8| \text{ kN}$$

PROGETTO E VERIFICA SEZIONE ALL'APPOGGIO

Stati Limite ultimi

Flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max} = 117\ kNm = 1170000\ kg/cm^2$$

Calcolo armatura:

$$A_s = M_{sd\ max} / (f_{yd} \times 0,85 \times d) = 1170000\ kgcm / (3913\ kg/cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm) = 13,03\ cm^2$$

Armature tese: $7\ \phi\ 16 = 14,07\ cm^2$

$$A'_s = 50\% A_s = 6,51\ cm^2$$

Armature compresse: $4\ \phi\ 16 = 8,04\ cm^2$

Momento resistente:

$$M_{rd} = A_s \times 0,85 \times d \times f_{yd} = 14,07\ cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm \times 3913\ kg/cm^2 = 1263533,135\ kgcm = 126,35\ kNm > M_{sd}$$

Rapporto tra armature e area del calcestruzzo:

$$\rho = A_s / A_c = 14,07\ cm^2 / (90 \times 27)\ cm^2 = 0,0058 = 0,58\ \% < 1,20\ \% \text{ rottura duttile}$$

The screenshot shows a software interface for structural design. The main window is titled "Trave di bordo". It contains several panels:

- Input Parameters:**
 - N° strati barre: 1
 - Table 1: N°=1, b [cm]=90, h [cm]=30
 - Table 2: N°=1, As [cm²]=14.07, d [cm]=3
- Sollecitazioni (S.L.U.):**
 - Metodo n
 - Table: N_{Ed}=0, M_{xEd}=-117, M_{yEd}=0
- P.to applicazione N:**
 - Centro (selected), Baricentro cls
 - Coord. [cm]: xN=0, yN=0
- Materiali:**
 - B450C, C25/30
 - Table: ε_{su}=67.5%, f_{yd}=391.3 N/mm², E_s=200.000 N/mm², E_s/E_c=15, ε_{syd}=1.957%, σ_{s,adm}=255 N/mm²
 - Table: ε_{c2}=2%, ε_{cu}=3.5, f_{cd}=14.17, f_{cc}/f_{cd}=0.8, σ_{c,adm}=9.75, τ_{co}=0.6, τ_{c1}=1.829
- Calcolo:**
 - M_{xRd} = -136.4 kNm
 - σ_c = -14.17 N/mm²
 - σ_s = 391.3 N/mm²
 - ε_c = 3.5%
 - ε_s = 14.23%
 - d = 27 cm
 - x = 5.33, x/d = 0.1974
 - δ = 0.7
- Sezioni:**
 - Rettan.re (selected), Trapezi, a T, Circolare
 - Rettangoli, Coord.
- Metodo di calcolo:**
 - S.L.U.+ (selected), S.L.U.-
 - Metodo n
- Tipo flessione:**
 - Retta (selected), Deviata
- Buttons:** Calcola MRd, Dominio M-N, L₀=0 cm, Col. modello, Precompresso

Taglio

Taglio sollecitante:

$$V_{sd} = 138,8 \text{ kN}$$

Taglio resistente:

La trave ha una base di 90 cm, perciò uso staffe a 4 braccia, con diametro di 8mm e passo 10cm agli appoggi

$$V_{rd} = 0,85 \times d \times [(n^{\circ}b \times A_{sw})/s] \times f_{yd} = 0,85 \times 27 \text{ cm} \times [(4 \times 0,5 \text{ cm}^2)/10 \text{ cm}] \times 3913 \text{ kg/cm}^2 = 17960,67 \text{ kg} = 179,6 \text{ kN} > V_{sd}$$

Staffe ϕ 8/10 a 4 braccia per 1m prima e dopo l'appoggio
 ϕ 8/20 a 4 braccia in campata

Stati Limite di esercizio

Sforzi - verifica a flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max} = 87,83\ kNm = 878300\ kg/cm^2$$

Calcolo semplificato manuale

$$r = d/\sqrt{(M_{sd} / B)} = 27\ cm / \sqrt{(878300\ kgcm / 90\ cm)} = 0,273$$

$$d'/d = 3\ cm / 27\ cm = 0,11\ (0,14)$$

Dalla tabella: $s = 0,332$

Distanza del lembo compresso dall'asse neutro:

$$x = s \times d = 0,332 \times 27 = 8,964$$

$$\sigma_c = 2 \times M_{sd} / b \times (d - x/3) = 2 \times 878300 / 90 \times 8,964 \times (27 - 8,964/3) = 90,68\ kg/cm^2 \approx 100\ kg/cm^2 \leq 0,60\ f_{ck}$$

$$\sigma_c = M_{sd} / A_s (d - x/3) = 878300 / 14,07 \times (27 - 8,964/3) = 2599,68\ kg/cm^2 \approx 2600\ kg/cm^2 \leq 0,80\ f_{ck}$$

B450C
n=15
d'/d=0,14
s, r, t

σ_c	s	r	t
30	0,148	0,689	0,00059
35	0,168	0,598	0,00068
40	0,188	0,530	0,00077
45	0,206	0,477	0,00087
50	0,224	0,435	0,00096
55	0,241	0,400	0,00105
60	0,257	0,371	0,00114
64	0,270	0,351	0,00121
66	0,276	0,342	0,00124
68	0,282	0,333	0,00128
70	0,288	0,325	0,00131
72	0,293	0,317	0,00135
74	0,299	0,310	0,00138
76	0,305	0,303	0,00142
77	0,308	0,300	0,00143
78	0,310	0,296	0,00145
79	0,313	0,293	0,00147
80	0,316	0,290	0,00149
81	0,318	0,287	0,00150
82	0,321	0,284	0,00152
83	0,324	0,281	0,00154
84	0,326	0,278	0,00155
85	0,329	0,276	0,00157
86	0,332	0,273	0,00159
87	0,334	0,270	0,00160
88	0,337	0,268	0,00162
89	0,339	0,265	0,00164
90	0,342	0,263	0,00166
91	0,344	0,260	0,00167
92	0,347	0,258	0,00169
93	0,349	0,256	0,00171
94	0,352	0,253	0,00172
95	0,354	0,251	0,00174
96	0,356	0,249	0,00176
97	0,359	0,247	0,00177
98	0,361	0,245	0,00179
100	0,366	0,241	0,00182
105	0,377	0,231	0,00191
110	0,388	0,222	0,00199
115	0,399	0,214	0,00207
120	0,409	0,207	0,00215
125	0,419	0,200	0,00223

Titolo : Trave di bordo

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	90	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	14.07	3

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-87.83"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²

ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

PROGETTO E VERIFICA CAMPATA PIÙ SOLLECITATA

Stati Limite ultimi

Flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd \max}^+ = 75,61 \text{ kNm} = 756100 \text{ kg/cm}^2$$

Calcolo armatura:

$$A_s = M_{sd \max}^+ / (f_{yd} \times 0,85 \times d) = 756100 \text{ kgcm} / (3913 \text{ kg/cm}^2 \times 0,85 \times 27 \text{ cm}) = 8,42 \text{ cm}^2$$

Armature tese: $5 \phi 16 = 10,05 \text{ cm}^2$

$$A'_s = 50\% A_s = 4,21 \text{ cm}^2$$

Armature compresse: $4 \phi 16 = 8,04 \text{ cm}^2$

Momento resistente:

$$M_{rd} = A_s \times 0,85 \times d \times f_{yd} = 10,05 \text{ cm}^2 \times 0,85 \times 27 \text{ cm} \times 3913 \text{ kg/cm}^2 = 902523,66 \text{ kgcm} = 90,25 \text{ kNm} > M_{sd}$$

Rapporto tra armature e area del calcestruzzo:

$$\rho = A_s / A_c = 10,05 \text{ cm}^2 / (90 \times 27) \text{ cm}^2 = 0,0041 = 0,41 \% < 1,20\% \text{ rottura duttile}$$

Titolo: Trave di bordo

N* strati barre: 1

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm²]	d [cm]
1	90	30	1	10,05	27

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls

Materiali:

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67,5 %	ϵ_{c2}	2 %
f_{yd}	391,3 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5 %
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	14,17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8
ϵ_{syd}	1,957 %	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,6
		τ_{c1}	1,829

Calcoli: $M_{xRd} = 99,94 \text{ kNm}$, $\sigma_c = -14,17 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_s = 391,3 \text{ N/mm}^2$, $\epsilon_c = 3,5 \%$, $\epsilon_s = 21,34 \%$, $d = 27 \text{ cm}$, $x = 3,805$, $x/d = 0,1409$, $\delta = 0,7$

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta

Calcoli finali: Calcola MRd, Dominio M-N, L₀ = 0 cm, Col. modello, Precompresso

*Stati Limite di esercizio**Deformazioni*

$$l/500 = 426,5/500 = 0,853 \text{ cm}$$

$$F_{\max \text{ campata}} = 0,195 \text{ cm} < l/500$$

Sforzi - verifica a sezione

Momento sollecitante:

$$M_{sd \max} = 53,23 \text{ kNm} = 532300 \text{ kg/cm}^2$$

Calcolo semplificato manuale

$$r = d/\sqrt{(M_{sd}/B)} = 27 \text{ cm} / \sqrt{(532300 \text{ kgcm} / 90 \text{ cm})} = 0,351$$

$$d'/d = 3 \text{ cm} / 27 \text{ cm} = 0,11 \text{ (0,14)}$$

Dalla tabella: $s = 0,270$

Distanza del lembo compresso dall'asse neutro:

$$x = s \times d = 0,270 \times 27 = 7,29$$

$$\sigma_c = 2 \times M_{sd} / b \times (d - x/3) = 2 \times 532300 / 90 \times 7,29 \times (27 - 7,29/3) = 66,04 \text{ kg/cm}^2 \approx 100 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,60 f_{ck}$$

$$\sigma_c = M_{sd} / A_s (d - x/3) = 532300 / 10,05 \times (27 - 7,29/3) = 2155,68 \text{ kg/cm}^2 \approx 2600 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,80 f_{ck}$$

B450C
n=15
d'/d=0,14
s, r, t

σ_c	s	r	t
30	0,148	0,689	0,00059
35	0,168	0,598	0,00068
40	0,188	0,530	0,00077
45	0,206	0,477	0,00087
50	0,224	0,435	0,00096
55	0,241	0,400	0,00105
60	0,257	0,371	0,00114
64	0,270	0,351	0,00121
66	0,276	0,342	0,00124
68	0,282	0,333	0,00128
70	0,288	0,325	0,00131
72	0,293	0,317	0,00135
74	0,299	0,310	0,00138
76	0,305	0,303	0,00142
77	0,308	0,300	0,00143
78	0,310	0,296	0,00145
79	0,313	0,293	0,00147
80	0,316	0,290	0,00149
81	0,318	0,287	0,00150
82	0,321	0,284	0,00152
83	0,324	0,281	0,00154
84	0,326	0,278	0,00155
85	0,329	0,276	0,00157
86	0,332	0,273	0,00159
87	0,334	0,270	0,00160
88	0,337	0,268	0,00162
89	0,339	0,265	0,00164
90	0,342	0,263	0,00166
91	0,344	0,260	0,00167
92	0,347	0,258	0,00169
93	0,349	0,256	0,00171
94	0,352	0,253	0,00172
95	0,354	0,251	0,00174
96	0,356	0,249	0,00176
97	0,359	0,247	0,00177
98	0,361	0,245	0,00179
100	0,366	0,241	0,00182
105	0,377	0,231	0,00191
110	0,388	0,222	0,00199
115	0,399	0,214	0,00207
120	0,409	0,207	0,00215
125	0,419	0,200	0,00223

Titolo : Trave di bordo

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	90	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	27

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezion...

Solecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

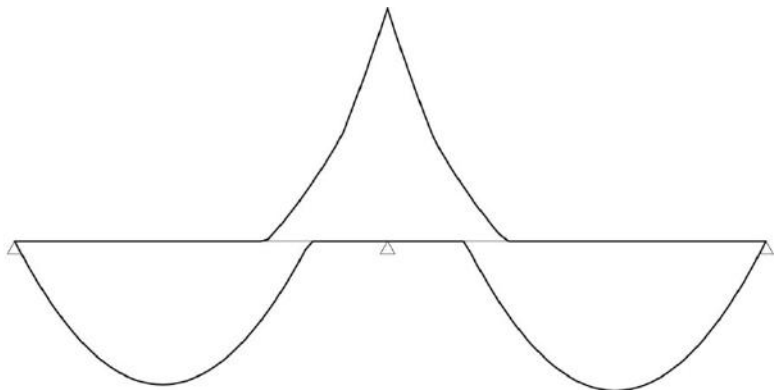
σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica

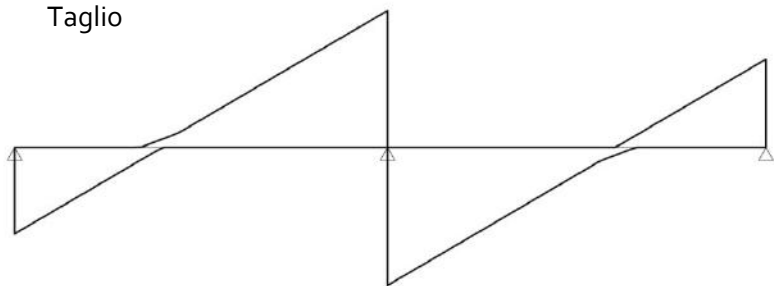
N° iterazioni:

Precompresso

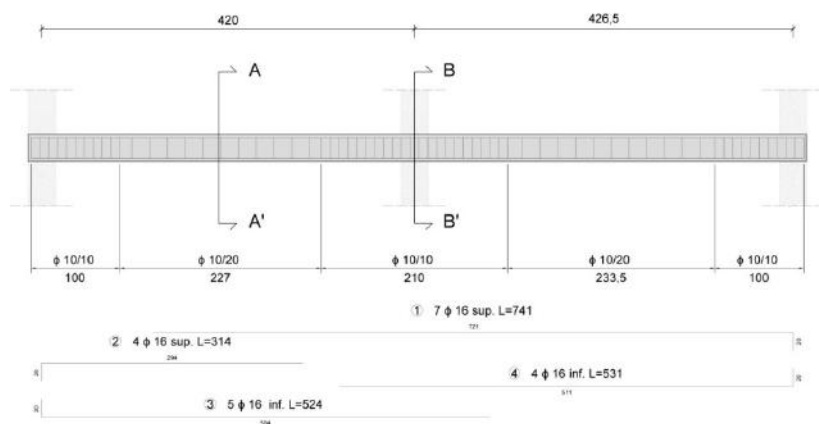
Momento



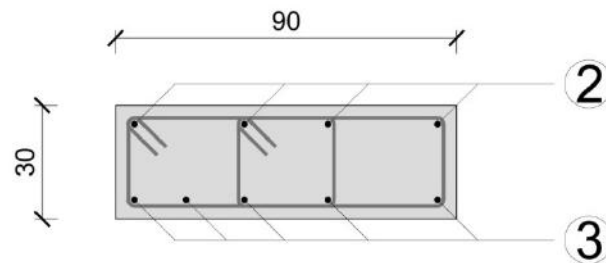
Taglio



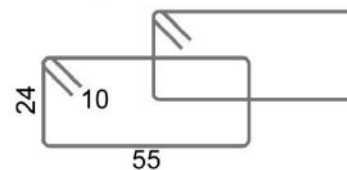
Trave di bordo



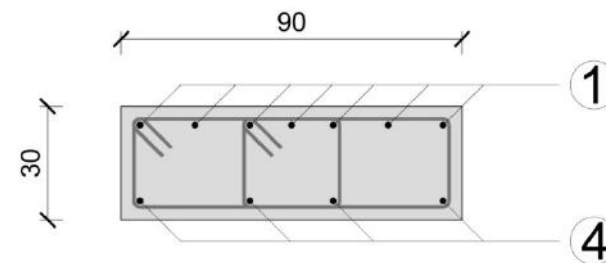
Sezione A-A'



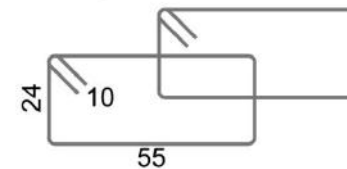
ϕ 8/20 L=178+178



Sezione B-B'



ϕ 8/10 L=178+178



Dimensionamento trave perimetrale

Dati

Carichi di progetto

Permanenti	$G_k = 3,75 + 3,64 + 4,57 + 0,8 = 12,76 \text{ kN/m}^2$	
Variabili	$Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$	
Trave a due campate		
Luce	6,25 m	6,21
Vincoli	appoggio	appoggio
Luce di influenza	2,10 m	

Ipotesi dimensione trave in spessore

H = 30 cm (come solaio)

$B > L/6 = 426,5 \text{ cm} / 6 = 71 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{B = 90 \text{ cm}}$

Copriferro: **c = 3 cm**

Altezza utile: **d = H - c = 30 - 3 = 27 cm** (distanza dal lembo compresso alle barre tese)

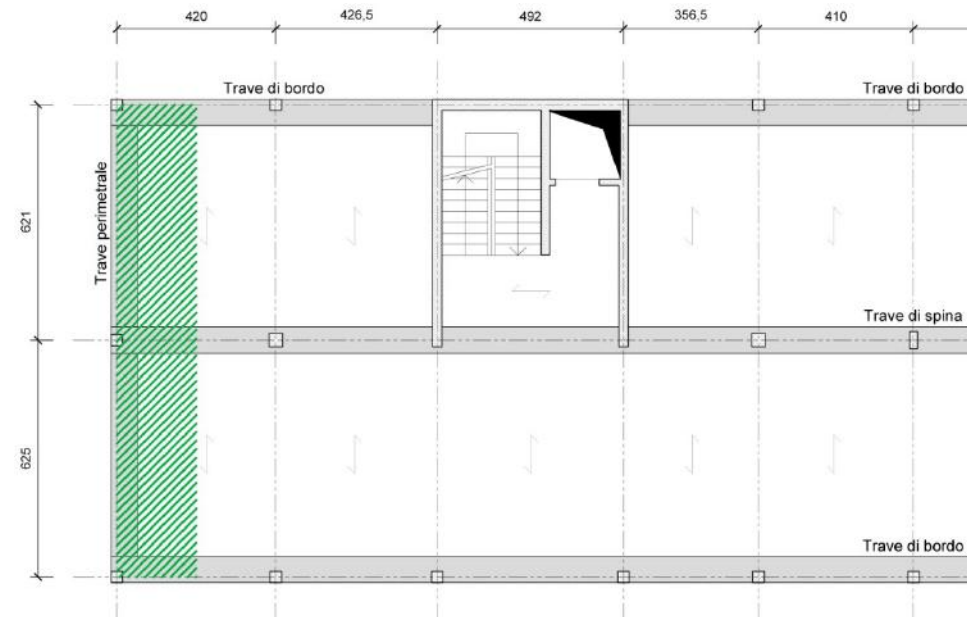
d' = c = 3 cm (distanza dal lembo compresso alle barre compresse)

Peso proprio della trave: $P = A_t \times \rho_{cls} = (0,3 \times 0,9) \text{ m}^2 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 625 \text{ kg/m} = \mathbf{6,25 \text{ kN/m}}$

Carico distribuito agente sulla trave da usare nei calcoli e azioni sollecitanti:

$g = 12,76 \text{ kN/m}^2 \times 2,10 \text{ m} = \mathbf{25,64 \text{ kN/m}}$

$q = 2 \text{ kN/m}^2 \times 2,10 \text{ m} = \mathbf{4,20 \text{ kN/m}}$



SLE

Carico distribuito: $p_{SLE} = g + q = 25,64 + 4,20 = 29,84 \text{ kN/m}$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{10} = \frac{29,84 \times 6,25^2}{10} = 116,56 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{12} = \frac{29,84 \times 6,25^2}{12} = 97,14 \text{ kNm}$$

$$V_{sd \max} = \frac{p \times l}{1,65} = \frac{29,84 \times 6,25}{1,65} = 113,03 \text{ kNm}$$

SLU

Carico distribuito: $p_{SLE} = 1,4 g + 1,5 q = 1,4 \times 25,64 + 1,5 \times 4,20 = 42,196 \text{ kN/m}$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{10} = \frac{42,196 \times 6,25^2}{10} = 164,83 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max} = \frac{p \times l^2}{12} = \frac{42,196 \times 6,25^2}{12} = 137,36 \text{ kNm}$$

$$V_{sd \max} = \frac{p \times l}{1,65} = \frac{42,196 \times 6,25}{1,65} = 159,83 \text{ kNm}$$

N° Totale Sezioni = 1

Sezione corrente 1

N°	b (m)	h (m)
1	0,9	0,3

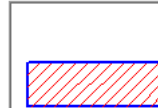
J	202.500	cm ⁴
	0,002025	m ⁴
E	20.000	N/mm ²
	2E+07	kN/m ²

Visualizza Succ.

Visualizza prec.

Fine

Tipo Sezione
 Rettangolare
 a T
 Generica



Titolo: Trave perimetrale

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: Esercizio Stato Limite Ultimo

Numero campate (Compresi Sbalzi): 2

Appoggi **Sezioni**

Camp.	N°	Luca	Perm.	Var.	Sez.N°
1		6,25	25,64	4,20	1
2		6,21	25,64	4,20	1

App.	Largh.
1	
2	
3	

Vincoli di estremità

Sinistra Destra

Appoggio

Incastro

Libero

Elastico

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1: 50

Scale fisse Taglio 1: 50

Freccia 1: 0,005

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

M I M ± T

DWG Esporta Blocco ?

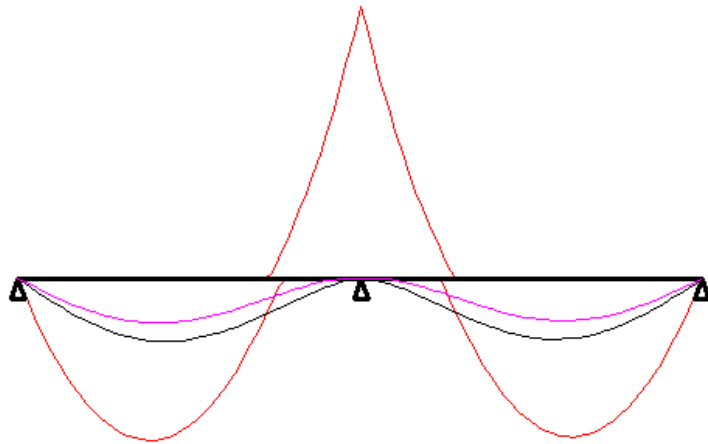
Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	86,13	2,375	66,96	2,25	6,70E-03	-3,46E-05
2	-124,4		-144,8			
m	84,45	3,85	65,42	3,974	6,45E-03	-4,55E-05
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		71,7	71,7	58,61
2	-116,4	116	232,4	199,7
3	-71		71	57,92

Momento e taglio agli SLE

File : - Trave perimetrale
 Scala momenti 1:50 - Sollecitazioni di Esercizio
 Scala Frecce 1:0,01

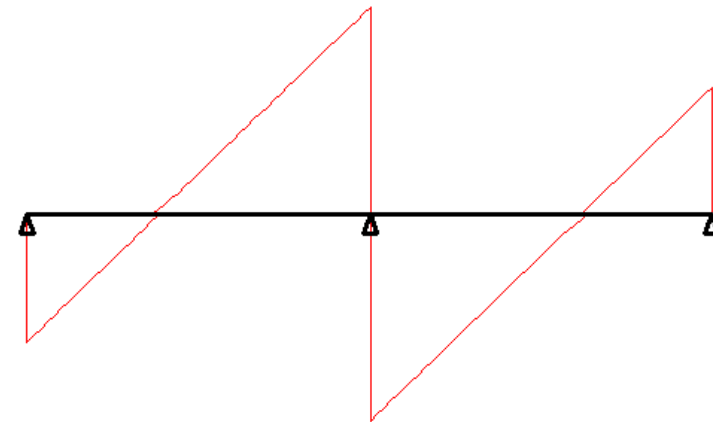


M min	0		-144,8		0
M max		86,13		84,45	
R max	71,70		232,4		71,00
R min	58,61		199,7		57,92
f max		6,70E-03		6,45E-03	
f min		-3,46E-05		-4,55E-05	

$$M_{sd \max}^- = -144,8 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max}^+ = 86,13 \text{ kNm}$$

File : - Trave perimetrale
 Scala tagli 1:50 - Sollecitazioni di Esercizio

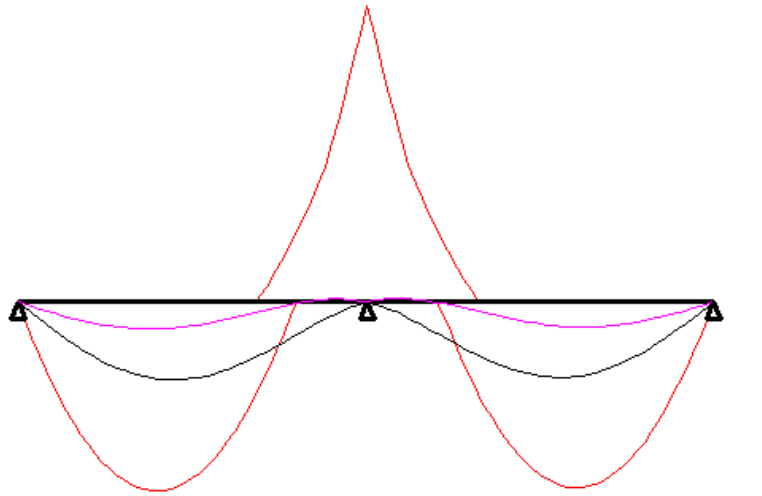


T maxs	0				
T maxd	71,70		-116,4		-71,00
Luci		6,25	116,0		0
gk		25,64			6,21
qk		4,2			4,2

$$V_{sd} = | -116,4 | \text{ kN}$$

Momento e taglio agli SLU

File : - Trave perimetrale
 Scala momenti 1:50 - Sollecitazioni SLU
 Scala Freccce 1:0,01

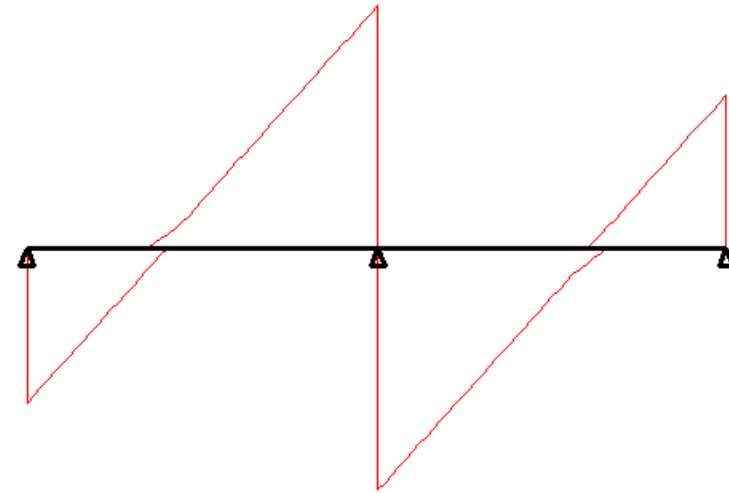


M min	0		-192,3		0
M max		122,3		120,2	
R max	98,46		308,6		97,61
R min	54,84		199,7		54,06
f max		1,01E-02		9,73E-03	
f min		-4,09E-04		-4,59E-04	

$$M_{sd \max}^- = -192,3 \text{ kNm}$$

$$M_{sd \max}^+ = 122,3 \text{ kNm}$$

File : - Trave perimetrale
 Scala tagli 1:50 - Sollecitazioni SLU



T maxs	0		-154,6		-97,61
T maxd	98,46		154,0		0
Luci		6,25		6,21	
gk		25,64		25,64	
qk		4,2		4,2	

$$V_{sd} = |-154,6| \text{ kN}$$

PROGETTO E VERIFICA SEZIONE ALL'APPOGGIO

Stati Limite ultimi

Flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max} = 192,3\ kNm = 1923000\ kg/cm^2$$

Calcolo armatura:

$$A_s = M_{sd\ max} / (f_{yd} \times 0,85 \times d) = 1923000\ kgcm / (3913\ kg/cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm) = 21,41\ cm^2$$

Armature tese: $7\ \phi\ 20 = 21,99\ cm^2$

$$A'_s = 50\% A_s = 10,71\ cm^2$$

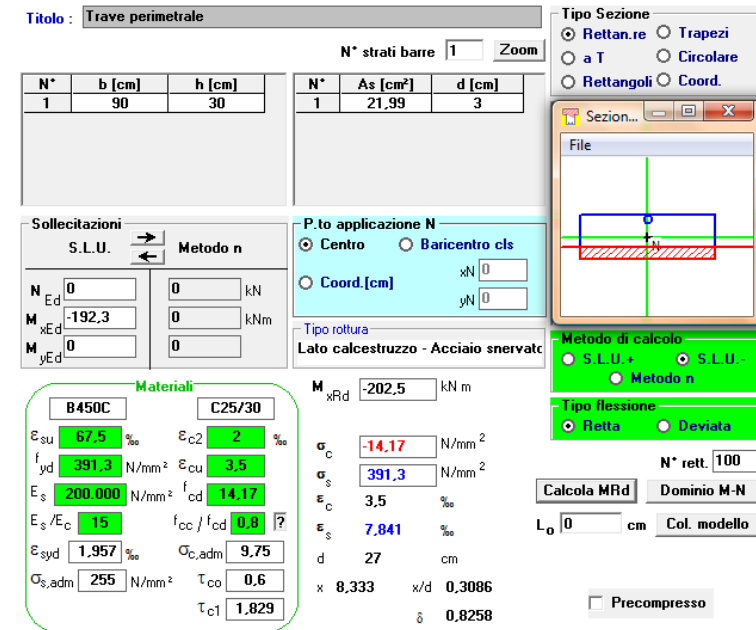
Armature compresse: $4\ \phi\ 20 = 12,57\ cm^2$

Momento resistente:

$$M_{rd} = A_s \times 0,85 \times d \times f_{yd} = 21,99\ cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm \times 3913\ kg/cm^2 = 1974775,667\ kgcm = 197,48\ kNm > M_{sd}$$

Rapporto tra armature e area del calcestruzzo:

$$\rho = A_s / A_c = 21,99\ cm^2 / (90 \times 27)\ cm^2 = 0,009 = 0,9\ \% < 1,20\ \% \text{ rottura duttile}$$



Taglio

Taglio sollecitante:

$$V_{sd} = 154,6 \text{ kN}$$

Taglio resistente:

La trave ha una base di 90 cm, perciò uso staffe a 4 braccia, con diametro di 8mm e passo 10cm agli appoggi

$$V_{rd} = 0,85 \times d \times [(n^{\circ}b \times A_{sw})/s] \times f_{yd} = 0,85 \times 27 \text{ cm} \times [(4 \times 0,5 \text{ cm}^2)/10 \text{ cm}] \times 3913 \text{ kg/cm}^2 = 17960,67 \text{ kg} = 179,6 \text{ kN} > V_{sd}$$

Staffe $\phi 8/10$ a 4 braccia per 1m prima e dopo l'appoggio
 $\phi 8/20$ a 4 braccia in campata

Stati Limite di esercizio

Sforzi - verifica a flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max} = 144,8\ kNm = 1448000\ kg/cm^2$$

Calcolo semplificato manuale

$$r = d/\sqrt{(M_{sd} / B)} = 27\ cm / \sqrt{(1448000\ kgcm / 90\ cm)} = 0,213$$

$$d'/d = 3\ cm / 27\ cm = 0,11\ (0,14)$$

Dalla tabella: $s = 0,399$

Distanza del lembo compresso dall'asse neutro:

$$x = s \times d = 0,399 \times 27 = 10,773$$

$$\sigma_c = 2 \times M_{sd} / b \times (d - x/3) = 2 \times 1448000 / 90 \times 10,773 \times (27 - 10,773/3) = 127,60\ kg/cm^2 \approx 100\ kg/cm^2 \leq 0,60\ f_{ck}$$

$$\sigma_c = M_{sd} / A_s (d - x/3) = 1448000 / 21,99 \times (27 - 10,773/3) = 2812,82\ kg/cm^2 \approx 2600\ kg/cm^2 \leq 0,80\ f_{ck}$$

B450C
n=15
d'/d=0,14
s, r, t

σ_c	s	r	t
30	0,148	0,689	0,00059
35	0,168	0,598	0,00068
40	0,188	0,530	0,00077
45	0,206	0,477	0,00087
50	0,224	0,435	0,00096
55	0,241	0,400	0,00105
60	0,257	0,371	0,00114
64	0,270	0,351	0,00121
66	0,276	0,342	0,00124
68	0,282	0,333	0,00128
70	0,288	0,325	0,00131
72	0,293	0,317	0,00135
74	0,299	0,310	0,00138
76	0,305	0,303	0,00142
77	0,308	0,300	0,00143
78	0,310	0,296	0,00145
79	0,313	0,293	0,00147
80	0,316	0,290	0,00149
81	0,318	0,287	0,00150
82	0,321	0,284	0,00152
83	0,324	0,281	0,00154
84	0,326	0,278	0,00155
85	0,329	0,276	0,00157
86	0,332	0,273	0,00159
87	0,334	0,270	0,00160
88	0,337	0,268	0,00162
89	0,339	0,265	0,00164
90	0,342	0,263	0,00166
91	0,344	0,260	0,00167
92	0,347	0,258	0,00169
93	0,349	0,256	0,00171
94	0,352	0,253	0,00172
95	0,354	0,251	0,00174
96	0,356	0,249	0,00176
97	0,359	0,247	0,00177
98	0,361	0,245	0,00179
100	0,366	0,241	0,00182
105	0,377	0,231	0,00191
110	0,388	0,222	0,00199
115	0,399	0,214	0,00207
120	0,409	0,207	0,00215
125	0,419	0,200	0,00223

Titolo : Trave perimetrale

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	90	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	21,99	3

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezion...

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-144,8"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3,5"/> ‰
E_s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="14,17"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0,8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="9,75"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0,6"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="1,829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

PROGETTO E VERIFICA CAMPATA PIÙ SOLLECITATA

Stati Limite ultimi

Flessione

Momento sollecitante:

$$M_{sd\ max}^+ = 122,3\ kNm = 1223000\ kg/cm^2$$

Calcolo armatura:

$$A_s = M_{sd\ max}^+ / (f_{yd} \times 0,85 \times d) = 1223000\ kgcm / (3913\ kg/cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm) = 13,62\ cm^2$$

Armature tese: 5 φ 20 = 15,71 cm²

$$A'_s = 50\% A_s = 6,81\ cm^2$$

Armature compresse: 4 φ 20 = 12,57 cm²

Momento resistente:

$$M_{rd} = A_s \times 0,85 \times d \times f_{yd} = 15,71\ cm^2 \times 0,85 \times 27\ cm \times 3913\ kg/cm^2 = 1410810,629\ kgcm = 141,08\ kNm > M_{sd}$$

Rapporto tra armature e area del calcestruzzo:

$$\rho = A_s / A_c = 15,71\ cm^2 / (90 \times 27)\ cm^2 = 0,0065 = 0,65\ \% < 1,20\ \% \text{ rottura duttile}$$

The screenshot shows a software interface for designing a beam section. The main window is titled "Trave perimetrale". It includes several panels:

- Input Parameters:**
 - N° strati barre: 1
 - Table with columns N*, b [cm], h [cm], N*, As [cm²], d [cm]. Values: N*=1, b=90, h=30, N*=1, As=15.71, d=27.
 - Table with columns N*, As [cm²], d [cm]. Values: N*=1, As=15.71, d=27.
- Sollecitazioni:**
 - Method: S.L.U. / Metodo n
 - Inputs for N_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd} and their corresponding design values in kN and kNm.
- P.to applicazione N:**
 - Options: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm].
 - Inputs for xN and yN.
- Materiali:**
 - Selected materials: B450C and C25/30.
 - Properties for B450C: ε_{su} 67.5%, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200.000 N/mm², ε_s/ε_c 15, ε_{syd} 1.957%, σ_{s,adm} 255 N/mm².
 - Properties for C25/30: ε_{c2} 2‰, ε_{cu} 3.5, f_{cd} 14.17, f_{cc}/f_{cd} 0.8, σ_{c,adm} 9.75, τ_{co} 0.6, τ_{c1} 1.829.
- Design Results:**
 - M_{xRd}: 150.7 kNm
 - σ_c: -14.17 N/mm²
 - σ_s: 391.3 N/mm²
 - ε_c: 3.5‰
 - ε_s: 12.38‰
 - d: 27 cm
 - x: 5.952, x/d: 0.2204
 - δ: 0.7155
- Other Settings:**
 - Tipo Sezione: Rettan.re (selected), Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.
 - Metodo di calcolo: S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n.
 - Tipo flessione: Retta (selected), Deviate.
 - N° rett.: 100
 - Buttons: Calcola MRd, Dominio M-N, L₀ 0 cm, Col. modello, Precompresso.

*Stati Limite di esercizio**Deformazioni*

$$l/500 = 426,5/500 = 0,853 \text{ cm}$$

$$F_{\text{max campata}} = 0,670 \text{ cm} < l/500$$

Sforzi - verifica a sezione

Momento sollecitante:

$$M_{\text{sd max}} = 86,13 \text{ kNm} = 861300 \text{ kg/cm}^2$$

Calcolo semplificato manuale

$$r = d/\sqrt{(M_{\text{sd}}/B)} = 27 \text{ cm} / \sqrt{(861300 \text{ kgcm} / 90 \text{ cm})} = 0,276$$

$$d'/d = 3 \text{ cm} / 27 \text{ cm} = 0,11 \text{ (0,14)}$$

Dalla tabella: $s = 0,329$

Distanza del lembo compresso dall'asse neutro:

$$x = s \times d = 0,329 \times 27 = 8,883$$

$$\sigma_c = 2 \times M_{\text{sd}} / b \times (d - x/3) = 2 \times 861300 / 90 \times 8,883 \times (27 - 8,883/3) = 89,63 \text{ kg/cm}^2 \approx 100 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,60 f_{\text{ck}}$$

$$\sigma_c = M_{\text{sd}} / A_s (d - x/3) = 861300 / 15,71 \times (27 - 8,883/3) = 2280,67 \text{ kg/cm}^2 \approx 2600 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,80 f_{\text{ck}}$$

B450C
n=15
d'/d=0,14
s, r, t

σ_c	s	r	t
30	0,148	0,689	0,00059
35	0,168	0,598	0,00068
40	0,188	0,530	0,00077
45	0,206	0,477	0,00087
50	0,224	0,435	0,00096
55	0,241	0,400	0,00105
60	0,257	0,371	0,00114
64	0,270	0,351	0,00121
66	0,276	0,342	0,00124
68	0,282	0,333	0,00128
70	0,288	0,325	0,00131
72	0,293	0,317	0,00135
74	0,299	0,310	0,00138
76	0,305	0,303	0,00142
77	0,308	0,300	0,00143
78	0,310	0,296	0,00145
79	0,313	0,293	0,00147
80	0,316	0,290	0,00149
81	0,318	0,287	0,00150
82	0,321	0,284	0,00152
83	0,324	0,281	0,00154
84	0,326	0,278	0,00155
85	0,329	0,276	0,00157
86	0,332	0,273	0,00159
87	0,334	0,270	0,00160
88	0,337	0,268	0,00162
89	0,339	0,265	0,00164
90	0,342	0,263	0,00166
91	0,344	0,260	0,00167
92	0,347	0,258	0,00169
93	0,349	0,256	0,00171
94	0,352	0,253	0,00172
95	0,354	0,251	0,00174
96	0,356	0,249	0,00176
97	0,359	0,247	0,00177
98	0,361	0,245	0,00179
100	0,366	0,241	0,00182
105	0,377	0,231	0,00191
110	0,388	0,222	0,00199
115	0,399	0,214	0,00207
120	0,409	0,207	0,00215
125	0,419	0,200	0,00223

Titolo : Trave perimetrale

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	90	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	27

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sezion...

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="86,13"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

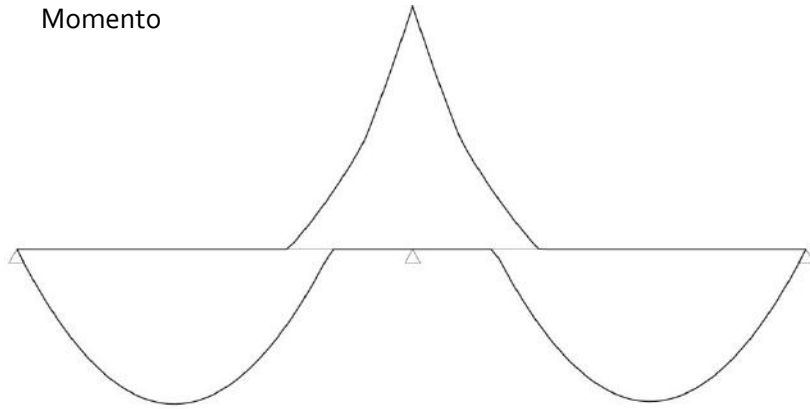
Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3,5"/> ‰
E_s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="14,17"/> ‰
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0,8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="9,75"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0,6"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="1,829"/>

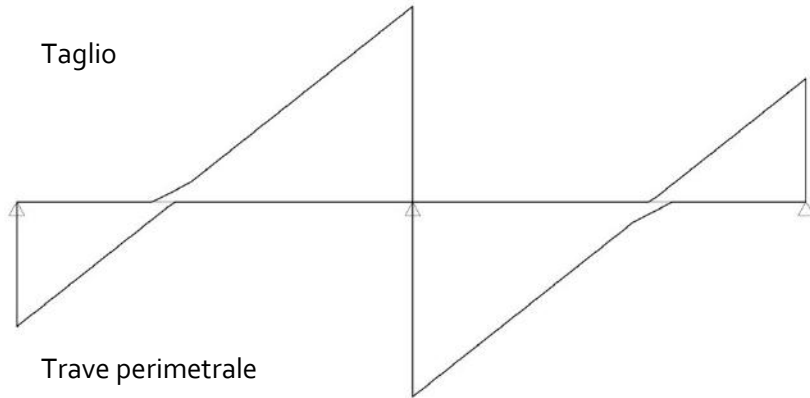
σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:
 Precompresso

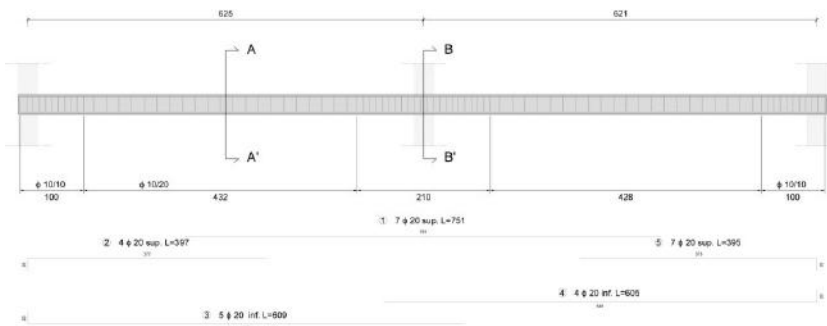
Momento



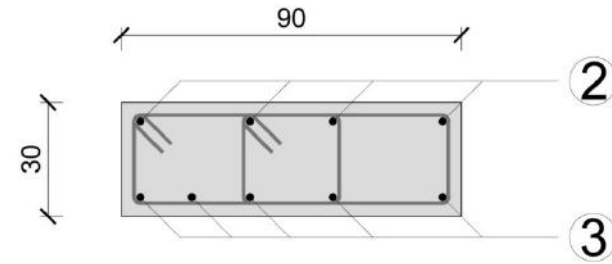
Taglio



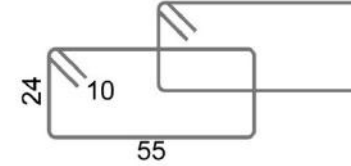
Trave perimetrale



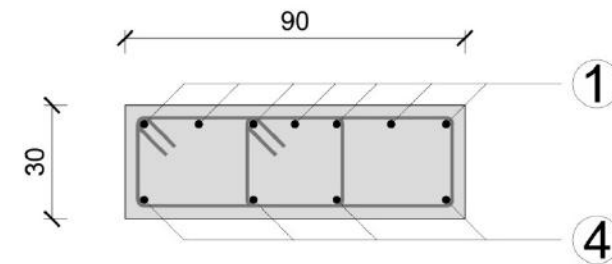
Sezione A-A'



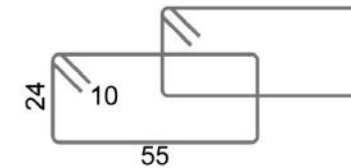
$\phi 8/20$ L=178+178



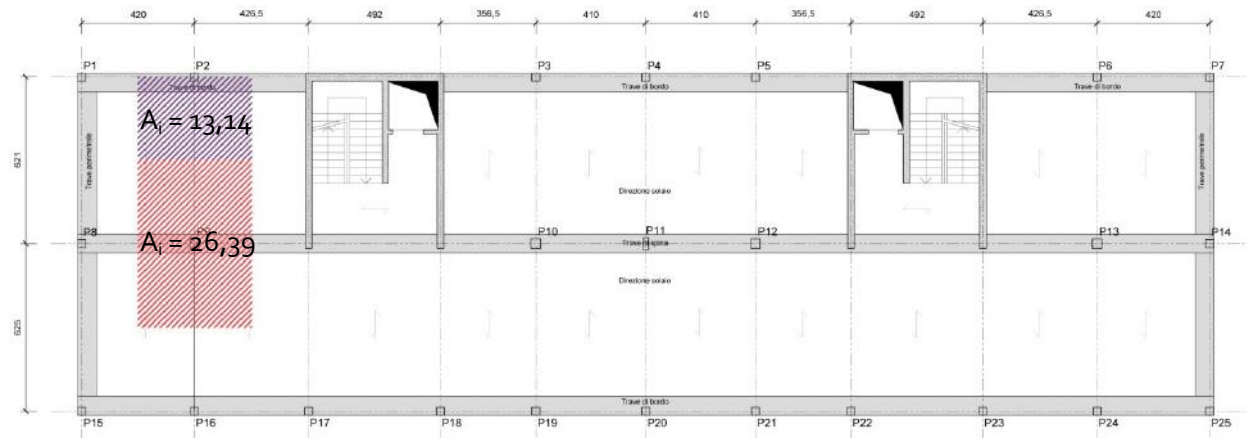
Sezione B-B'



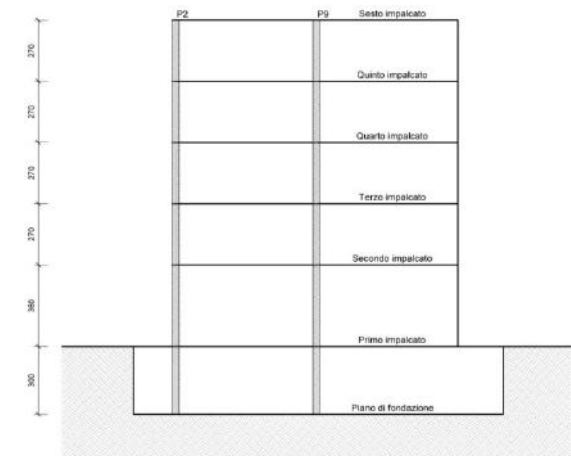
$\phi 8/10$ L=178+178



Dimensionamento pilastri



Pianta

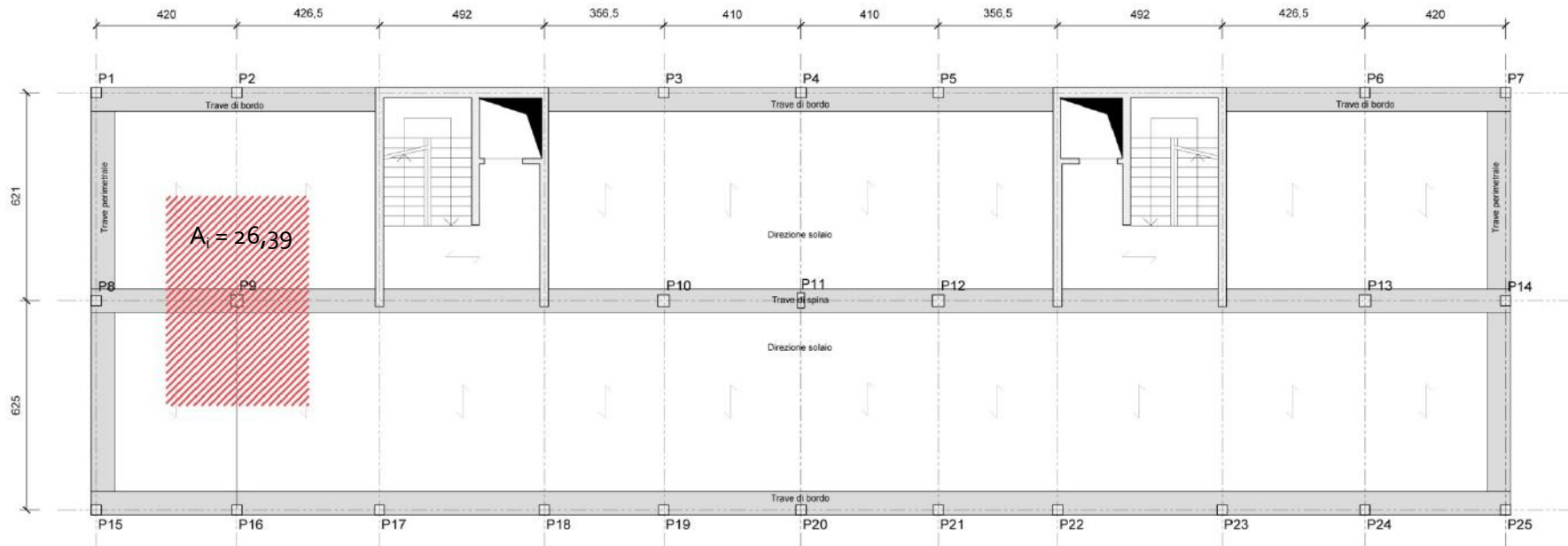


Sezione

Dati

Impalcati	G_1 [kN/m ²]	G_2 [kN/m ²]	G_2 [kN/m ²]	G_k [kN/m ²]	Q_k [kN/m ²]	Carico SLU 1,4G+1,5Q [kN/m ²]
Piano di fondazione	7,2	1,46	0,8	9,46	2	16,24
Primo impalcato	3,75	3,39	0,8	7,94	2	14,12
Secondo impalcato	3,75	3,64	0,8	8,19	2	14,47
Terzo impalcato	3,75	3,64	0,8	8,19	2	14,47
Quarto impalcato	3,75	3,64	0,8	8,19	2	14,47
Quinto impalcato	3,75	3,64	0,8	8,19	2	14,47
Sesto impalcato	3,75	1,46	0,8	6,01	1,24	10,27
Muratura esterna		4,57		4,57		6,40

PILASTRO P9-P10-P11-P12-P13



Piano interrato

Impalcati

Impalcati	Ai [mq]	Carico [kN/mq]	Nsd SLU [kN]
Primo impalcato	26,39	14,12	372,52
Secondo impalcato	26,39	14,47	381,76
Terzo impalcato	26,39	14,47	381,76
Quarto impalcato	26,39	14,47	381,76
Quinto impalcato	26,39	14,47	381,76
Sesto impalcato	26,39	10,27	271,13
TOTALE			2170,68
Ipotesi peso proprio: 10% del totale			217,07
Nsd SLU TOTALE			2387,75

Resistenza di calcolo a compressione di progetto: $f_{cd} = 141,1 \text{ kg/cm}^2$

Area di calcestruzzo resistente: $A_c = N_{sd}/f_{cd} = 238775,14 \text{ kg} / 141,1 \text{ kg/cm}^2 = 1692,24 \text{ cm}^2$

Lato minimo del pilastro:

$L_{\min} = \sqrt{A_c} = 41,14 \text{ cm} \rightarrow$ **Pilastro P9 40x40**

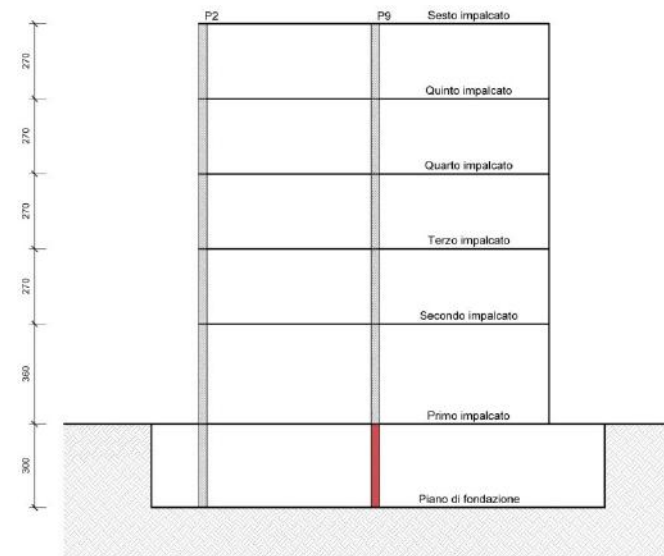
Armatura

Copriferro = 3 cm

$A_{s \text{ longitudinale}} = 1\% A_{c \text{ reale}} = 0,01 \times (40 \times 40) \text{ cm}^2 = 16 \text{ cm}^2$

Armatura longitudinale: 8 ϕ 18 = 20,36 cm²

Staffe ϕ 8/10 a 4 braccia per 60 cm prima e dopo l'interpiano
 ϕ 8/20 a 4 braccia



*Piano terra**Impalcati*

Impalcati	Ai [mq]	Carico [kN/mq]	Nsd SLU [kN]
Primo impalcato	-	-	-
Secondo impalcato	26,39	14,47	381,76
Terzo impalcato	26,39	14,47	381,76
Quarto impalcato	26,39	14,47	381,76
Quinto impalcato	26,39	14,47	381,76
Sesto impalcato	26,39	10,27	271,13
TOTALE			1798,16
Ipotesi peso proprio: 10% del totale			179,82
Nsd SLU TOTALE			1977,98

Resistenza di calcolo a compressione di progetto: $f_{cd} = 141,1 \text{ kg/cm}^2$

Area di calcestruzzo resistente: $A_c = N_{sd}/f_{cd} = 197797,80 \text{ kg} / 141,1 \text{ kg/cm}^2 = 1401,83 \text{ cm}^2$

Lato minimo del pilastro:

$L_{\min} = \sqrt{A_c} = 37,44 \text{ cm} \rightarrow \text{Pilastro P9 } 35 \times 35$

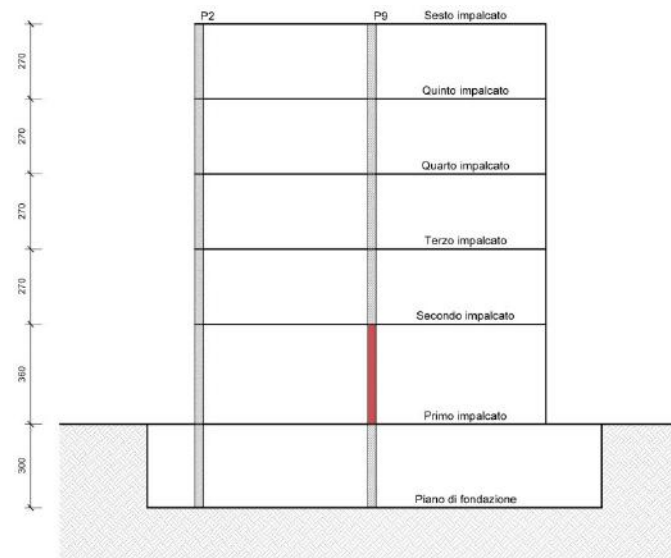
Armatura

Copriferro = 3 cm

$A_{s \text{ longitudinale}} = 1\% A_{c \text{ reale}} = 0,01 \times (35 \times 35) \text{ cm}^2 = 12,25 \text{ cm}^2$

Armatura longitudinale: 8 ϕ 18 = 20,36 cm²

Staffe ϕ 8/10 a 4 braccia per 60 cm prima e dopo l'interpiano
 ϕ 8/20 a 4 braccia



Piano primo e superiori

Impalcati

Impalcati	Ai [mq]	Carico [kN/mq]	Nsd SLU [kN]
Primo impalcato	-	-	-
Secondo impalcato	-	-	-
Terzo impalcato	26,39	14,47	381,76
Quarto impalcato	26,39	14,47	381,76
Quinto impalcato	26,39	14,47	381,76
Sesto impalcato	26,39	10,27	271,13
TOTALE			1416,40
Ipotesi peso proprio: 10% del totale			141,64
Nsd SLU TOTALE			1558,04

Resistenza di calcolo a compressione di progetto: $f_{cd} = 141,1 \text{ kg/cm}^2$

Area di calcestruzzo resistente: $A_c = N_{sd}/f_{cd} = 155804,45 \text{ kg} / 141,1 \text{ kg/cm}^2 = 1104,21 \text{ cm}^2$

Lato minimo del pilastro:

$L_{\min} = \sqrt{A_c} = 33,23 \text{ cm} \rightarrow$ **Pilastro P9 30x30**

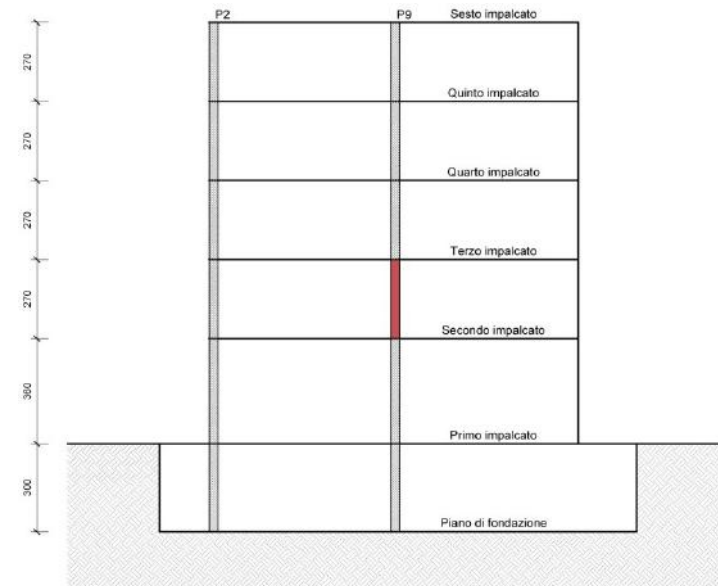
Armatura

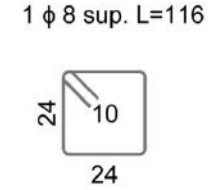
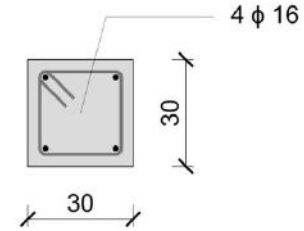
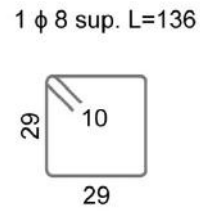
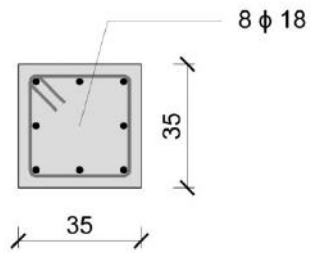
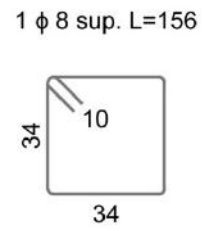
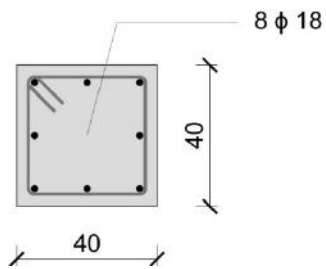
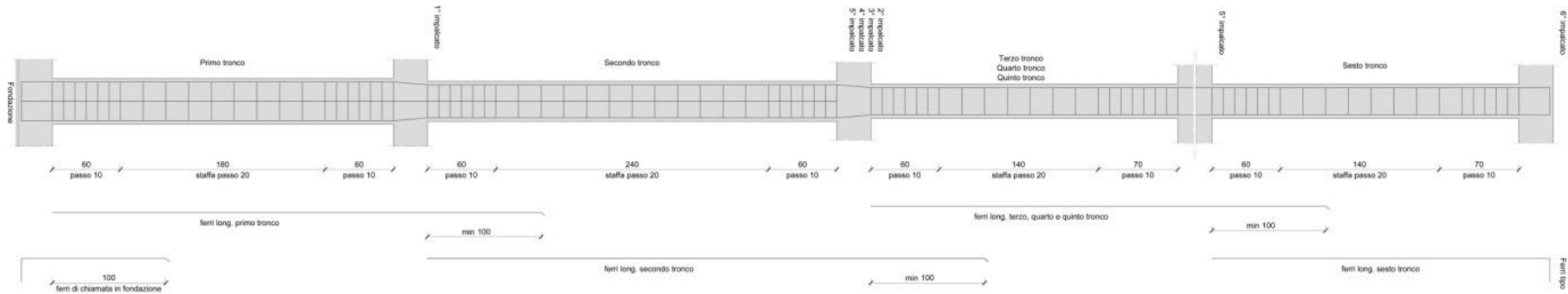
Copriferro = 3 cm

$A_{s \text{ longitudinale}} = 1\% A_{c \text{ reale}} = 0,01 \times (30 \times 30) \text{ cm}^2 = 9 \text{ cm}^2$

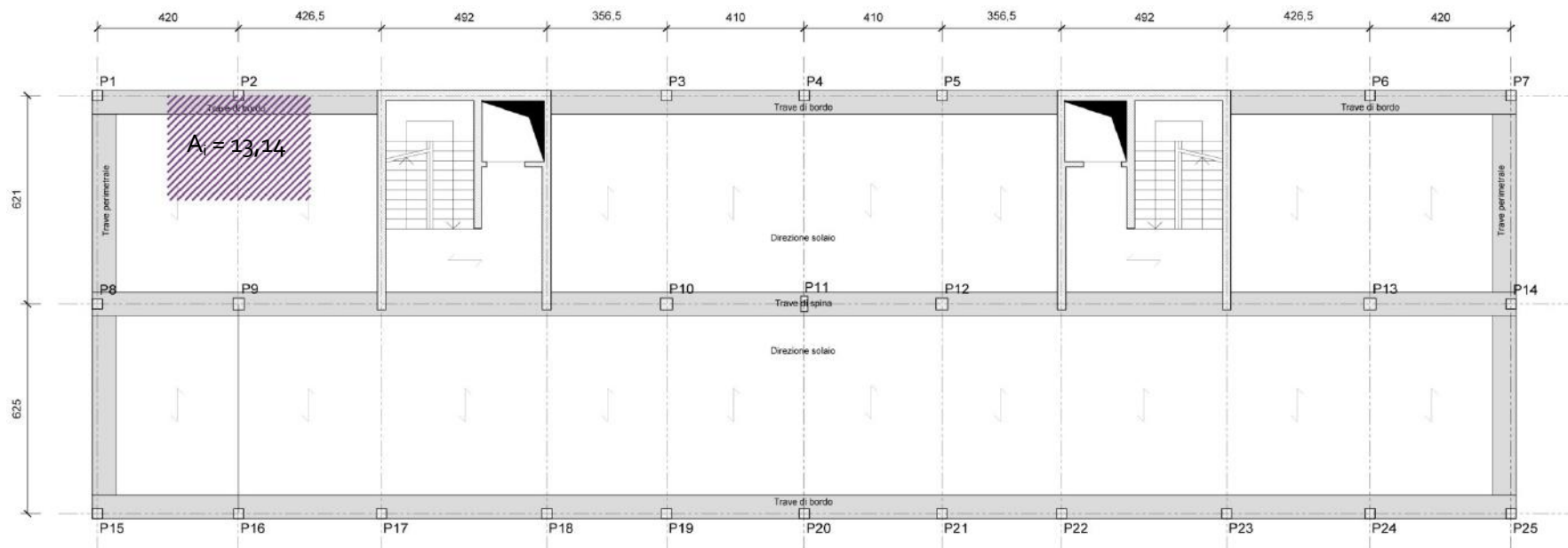
Armatura longitudinale: 4 ϕ 16 = 8,04 cm²

Staffe ϕ 8/10 a 4 braccia per 60 cm prima e dopo l'interpiano
 ϕ 8/20 a 4 braccia





PILASTRI P2-P1-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P14-P15-P16-P17-P18-P19-P20-P21-P22-P23-P24-P25



*Piano interrato**Impalcati*

Impalcati	Ai [mq]	Carico [kN/mq]	Nsd SLU [kN]
Primo impalcato	13,14	14,12	185,48
Secondo impalcato	13,14	14,47	190,08
Terzo impalcato	13,14	14,47	190,08
Quarto impalcato	13,14	14,47	190,08
Quinto impalcato	13,14	14,47	190,08
Sesto impalcato	13,14	10,27	135,00
TOTALE			1080,82

Muratura

Muratura	Hi [m]	Li [m]	Ai [mq]	Carico [kN/mq]	Nsd SLU [kN]
Fondazioni - 1° impalcato	-	-	-	-	-
1° impalcato - 2° impalcato	3,60	4,23	15,23	6,40	97,43
2° impalcato - 3° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
3° impalcato - 4° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
4° impalcato - 5° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
5° impalcato - 6° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
TOTALE					389,71
Riduzione del 75% per la presenza di aperture					292,29

$N_{sd} \text{ SLU TOTALE} : N_{sd \text{ impalcati}} + N_{sd \text{ muratura}} = 1080,82 \text{ kN} + 292,29 \text{ kN} = 1373,10 \text{ kN}$

Ipotesi peso proprio (10% del totale): 137,31 kN

$N_{sd} \text{ CONSIDERATO} : N_{sd \text{ SLU TOTALE}} + \text{Peso proprio} = 1373,10 \text{ kN} + 137,31 \text{ kN} = \mathbf{1510,41 \text{ kN}} = 151041,42 \text{ kg}$

Resistenza di calcolo a compressione di progetto: $f_{cd} = 141,1 \text{ kg/cm}^2$

Area di calcestruzzo resistente: $A_c = N_{sd}/f_{cd} = 151041,42 \text{ kg} / 141,1 \text{ kg/cm}^2 = 1070,46 \text{ cm}^2$

Lato minimo del pilastro:

$L_{\min} = \sqrt{A_c} = 32,72 \text{ cm} \rightarrow \text{Pilastro P9 } 35 \times 35$

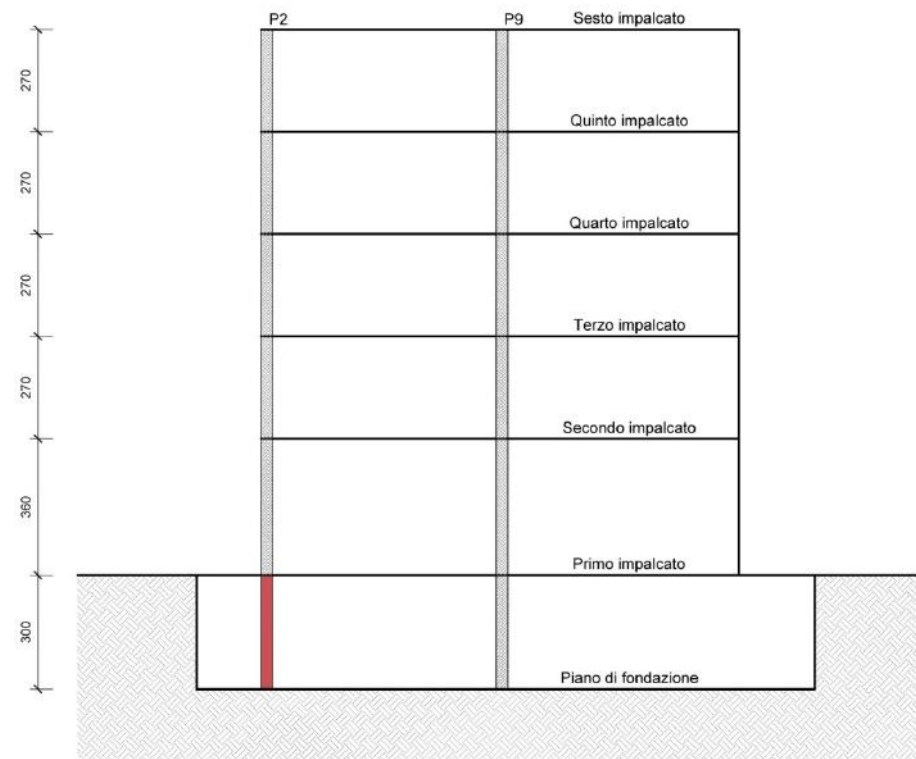
Armatura

Copriferro = 3 cm

$A_{s \text{ longitudinale}} = 1\% A_{c \text{ reale}} = 0,01 \times (35 \times 35) \text{ cm}^2 = 12,25 \text{ cm}^2$

Armatura longitudinale: 8 ϕ 18 = 20,36 cm²

Staffe ϕ 8/10 a 4 braccia per 60 cm prima e dopo l'interpiano
 ϕ 8/20 a 4 braccia



*Piano terra e superiori**Impalcati*

Impalcati	Ai [mq]	Carico [kN/mq]	Nsd SLU [kN]
Primo impalcato	-	-	-
Secondo impalcato	13,14	14,47	190,08
Terzo impalcato	13,14	14,47	190,08
Quarto impalcato	13,14	14,47	190,08
Quinto impalcato	13,14	14,47	190,08
Sesto impalcato	13,14	10,27	135,00
TOTALE			895,33

Muratura

Muratura	Hi [m]	Li [m]	Ai [mq]	Carico [kN/mq]	Nsd SLU [kN]
Fondazioni - 1° impalcato	-	-	-	-	-
1° impalcato - 2° impalcato	-	-	-	-	-
2° impalcato - 3° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
3° impalcato - 4° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
4° impalcato - 5° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
5° impalcato - 6° impalcato	2,70	4,23	11,42	6,40	73,07
TOTALE					292,29
Riduzione del 75% per la presenza di aperture					219,21

$N_{sd} \text{ SLU TOTALE} : N_{sd \text{ impalcati}} + N_{sd \text{ muratura}} = 895,33 \text{ kN} + 219,21 \text{ kN} = 1114,55 \text{ kN}$

Ipotesi peso proprio (10% del totale): 111,45 kN

$N_{sd} \text{ CONSIDERATO} : N_{sd \text{ SLU TOTALE}} + \text{Peso proprio} = 114,55 \text{ kN} + 111,45 \text{ kN} = 1226 \text{ kN} = 122600,28 \text{ kg}$

Resistenza di calcolo a compressione di progetto: $f_{cd} = 141,1 \text{ kg/cm}^2$

Area di calcestruzzo resistente: $A_c = N_{sd}/f_{cd} = 122600,28 \text{ kg} / 141,1 \text{ kg/cm}^2 = 868,89 \text{ cm}^2$

Lato minimo del pilastro:

$L_{\min} = \sqrt{A_c} = 29,48 \text{ cm} \rightarrow \text{Pilastro P9 } 30 \times 30$

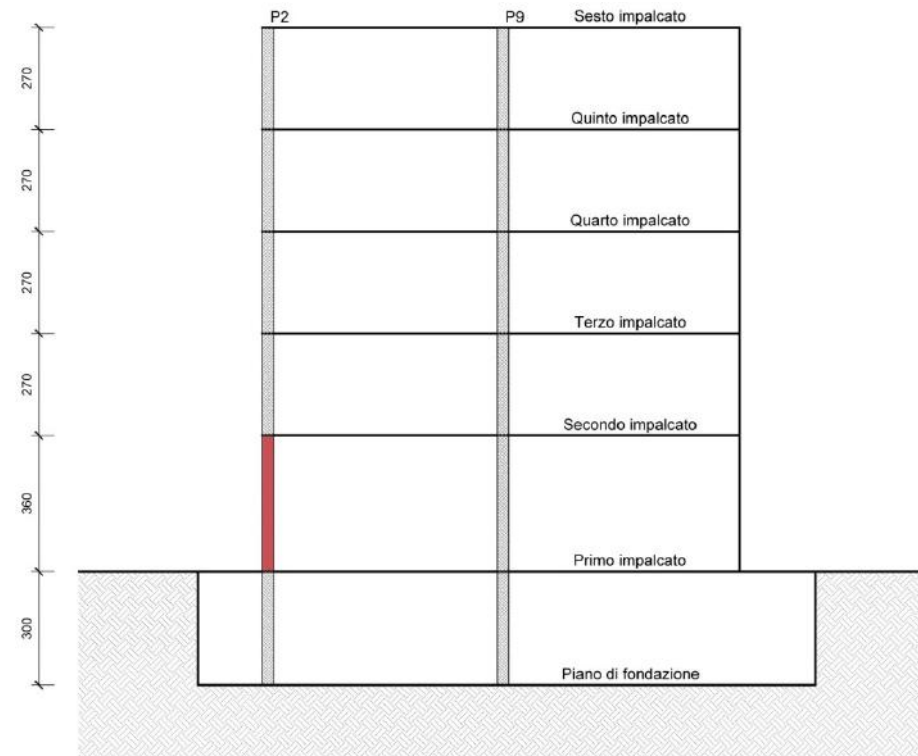
Armatura

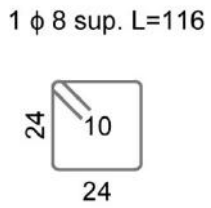
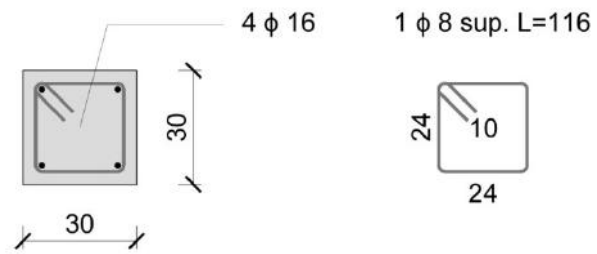
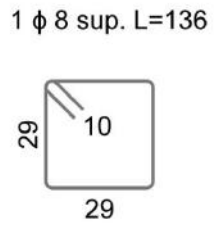
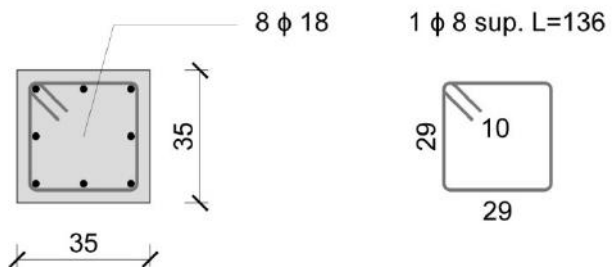
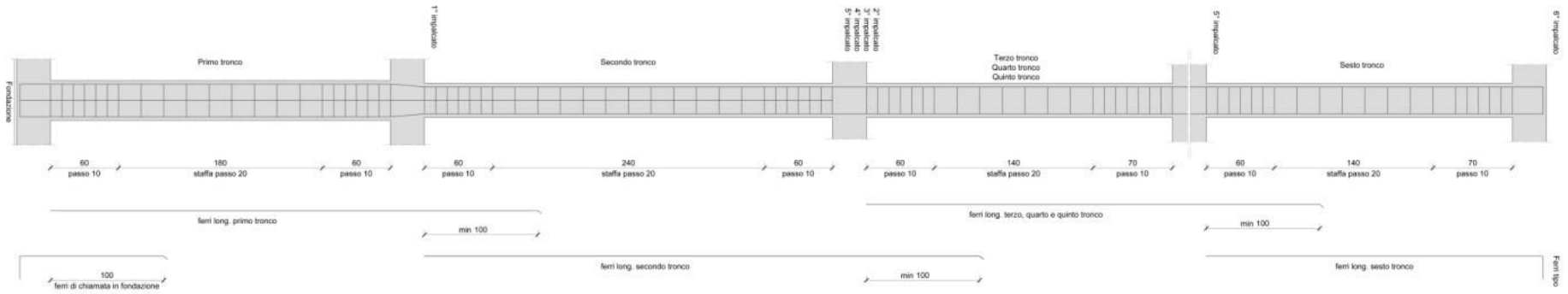
Copriferro = 3 cm

$A_{s \text{ longitudinale}} = 1\% A_{c \text{ reale}} = 0,01 \times (30 \times 30) \text{ cm}^2 = 9 \text{ cm}^2$

Armatura longitudinale: 4 ϕ 16 = 8,04 cm²

Staffe ϕ 8/10 a 4 braccia per 60 cm prima e dopo l'interpiano
 ϕ 8/20 a 4 braccia





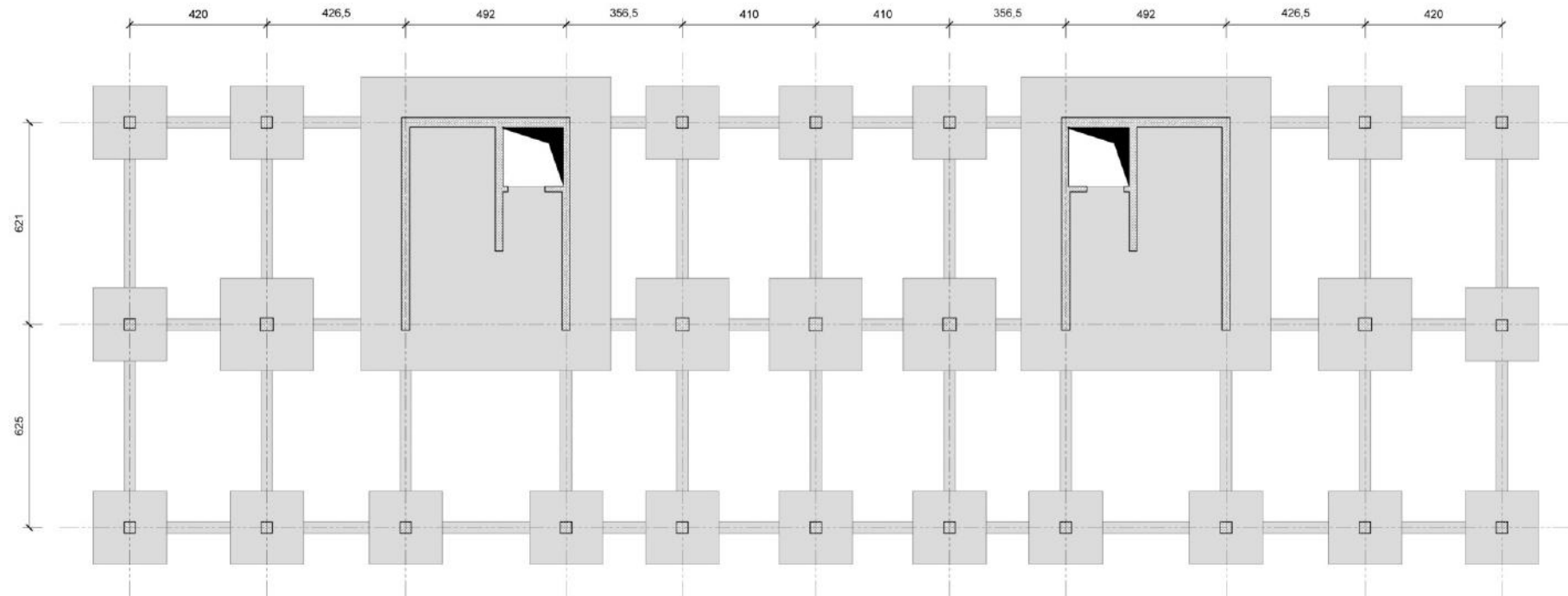
Dimensionamento fondazioni

Dati

Tipo di terreno: Terreno sabbioso, ghiaioso o argilla compatta

Carico massimo ammissibile agli SLU sul terreno: $\sigma_{t\max} = 3 \text{ kg/cm}^2$

È possibile effettuare una fondazione a plinti in c.a.



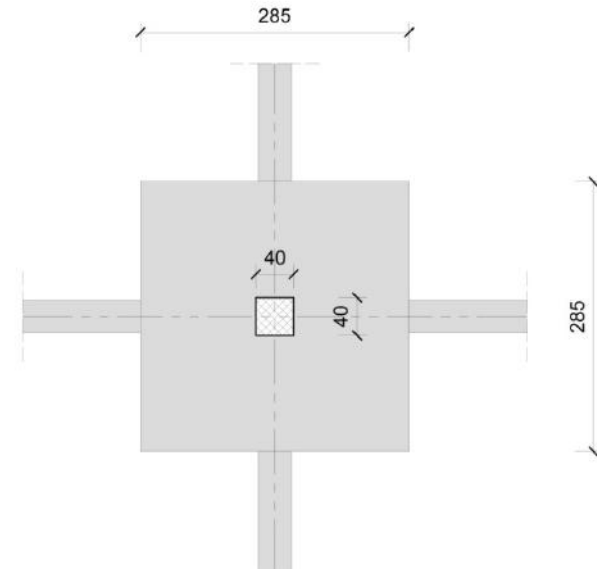
PLINTO PILASTRO P9-P10-P11-P12-P13

Carico di fondazione agli SLU : $N_{sd\ SLU} = 2387,75\ \text{kN} = 238775,14\ \text{kg}$

Area del plinto: $A_p = N_{sd\ SLU} / \sigma_{t\ max} = 238775,14\ \text{kg} / 3\ \text{kg/cm}^2 = 79591,71\ \text{cm}^2$

Lato minimo del plinto: $L_{min} = \sqrt{(A_p)} = 282,12\ \text{cm} \rightarrow \mathbf{285\ cm}$

Lo spessore del plinto per palazzine ordinarie è di 50 cm.

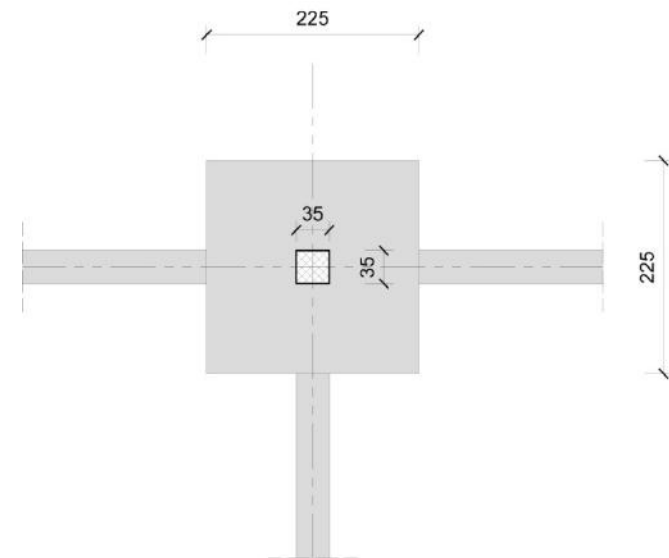
**PLINTO PILASTRO P2-P1-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P14-P15-P16-P17-P18-P19-P20-P21-P22-P23-P24-P25**

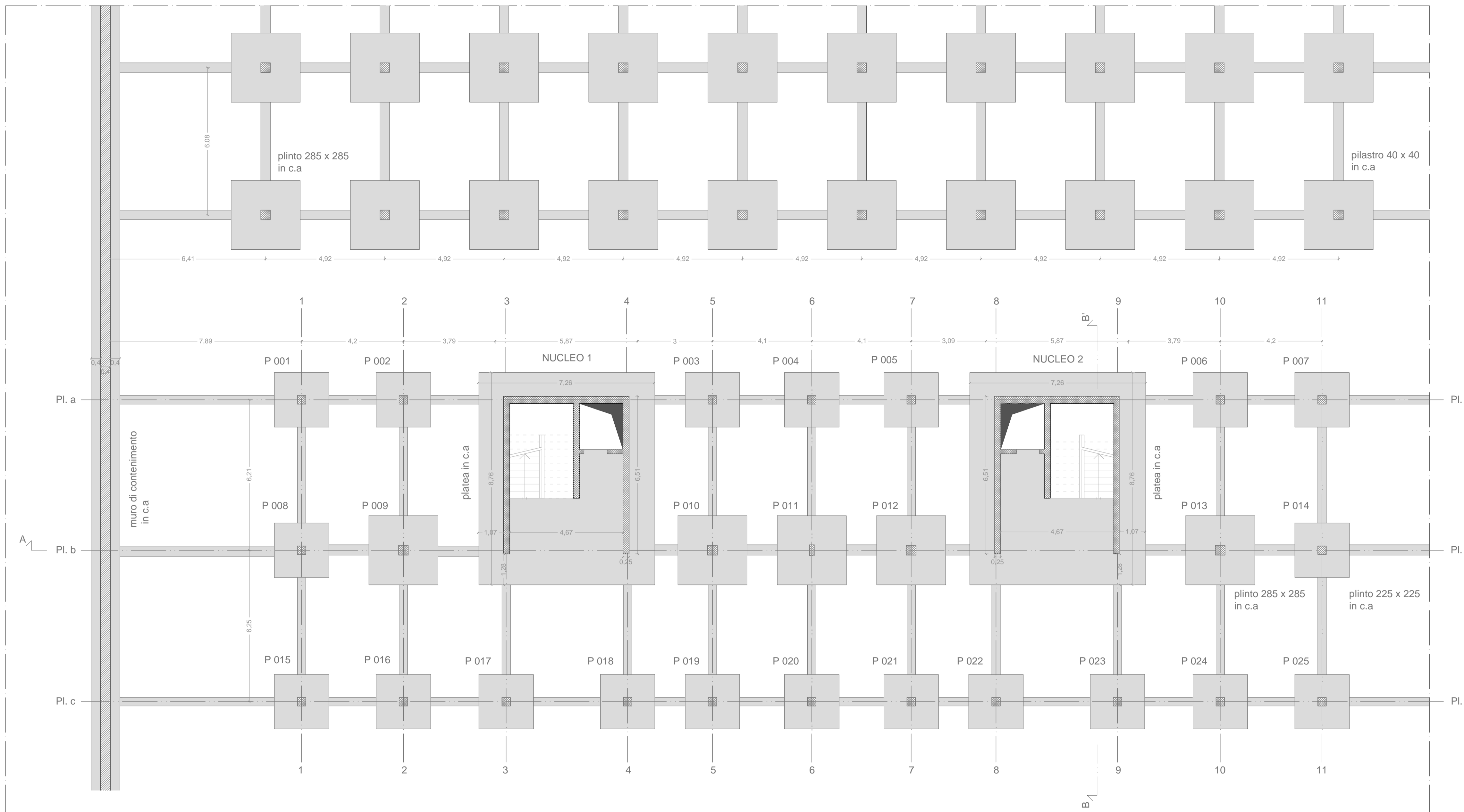
Carico di fondazione agli SLU : $N_{sd\ SLU} = 1510,41\ \text{kN} = 151041,42\ \text{kg}$

Area del plinto: $A_p = N_{sd\ SLU} / \sigma_{t\ max} = 151041,42\ \text{kg} / 3\ \text{kg/cm}^2 = 50347,14\ \text{cm}^2$

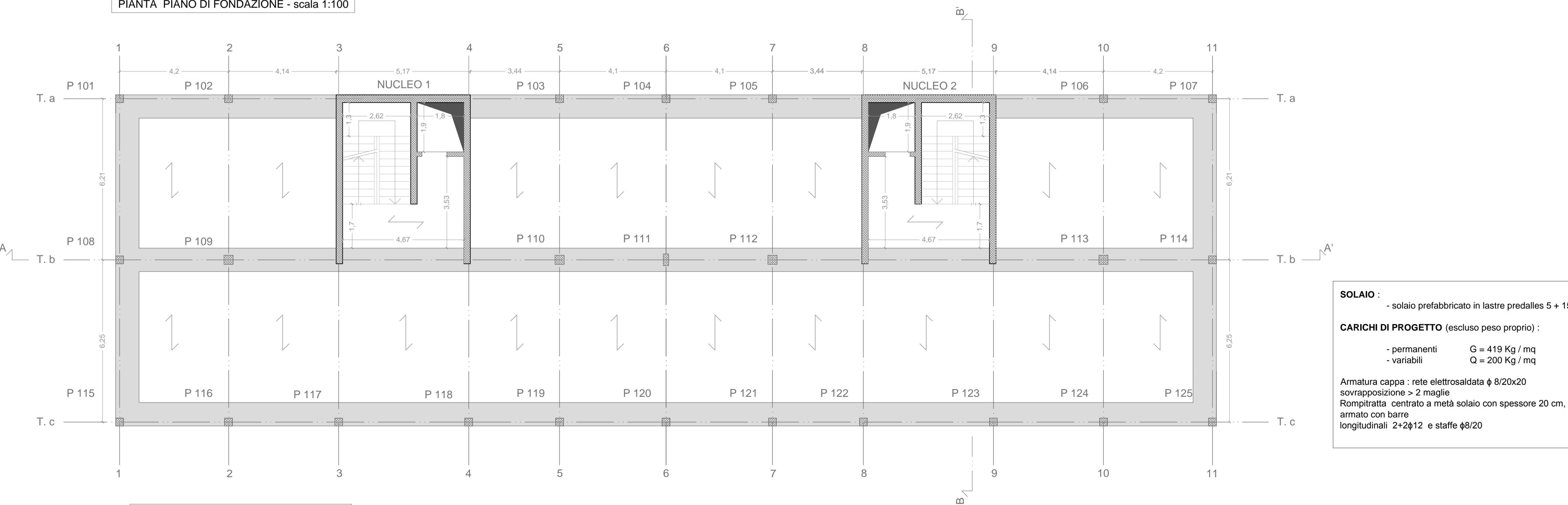
Lato minimo del plinto: $L_{min} = \sqrt{(A_p)} = 224,38\ \text{cm} \rightarrow \mathbf{225\ cm}$

Lo spessore del plinto per palazzine ordinarie è di 50 cm.





PIANTA PIANO DI FONDAZIONE - scala 1:100



PIANTA PRIMO IMPALCATO - scala 1:100

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI

Calcestruzzo C25/30 Rck = 30 N/mm² Acciaio B450C fyk = 450 N/mm²

Distanza copriferro: - travi = 3 cm
- pilastri = 3 cm

NOTE: - pilastri 40 x 40 situati in mezzeria e 35 x 35 perimetralmente al solaio del piano delle fondazioni
- pilastri 35 x 35 situati in mezzeria e 30 x 30 perimetralmente al solaio del piano terra
- pilastri 30 x 30 situati perimetralmente e in mezzeria ai solai dei piani superiori

Fondazione superficiale mista a plinti e platea. Questa tipologia di fondazione è ottimale per la rugosità del terreno di Novara (classe B) e per la zona sismica della città (zona 4, pericolosità sismica molto bassa). In assenza di studi geologici, ipotizziamo la stratigrafia del terreno ottimale, così come l'altezza della falda acquifera.

PLINTI PI. b 2-5-6-7-10

Carico di fondazione agli SLU : Nsd SLU = 2387,75 kN = 238775,14 kg
Area del plinto: Ap = Nsd SLU / ot max = 238775,14 kg / 3 kg/cm² = 79591,71 cm²

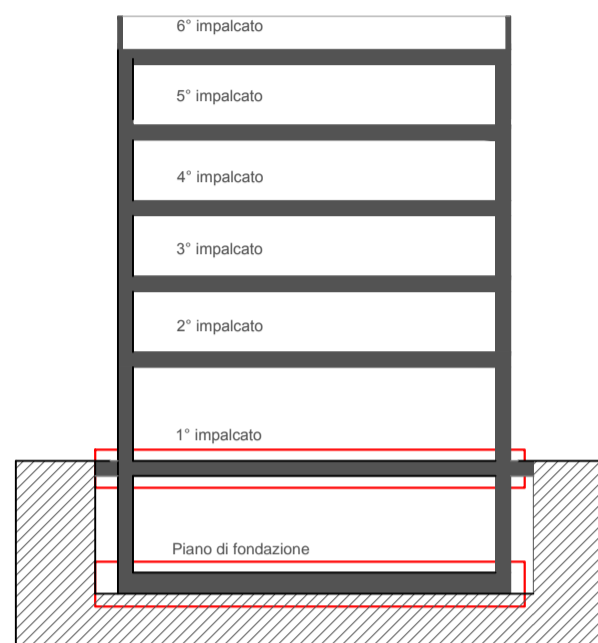
Lato minimo del plinto: Lmin = √(Ap) = 282,12 cm → 285 cm
Lo spessore del plinto per palazzine ordinarie è di 50 cm.

PLINTI PI. a 1-2-5-6-7-10-11

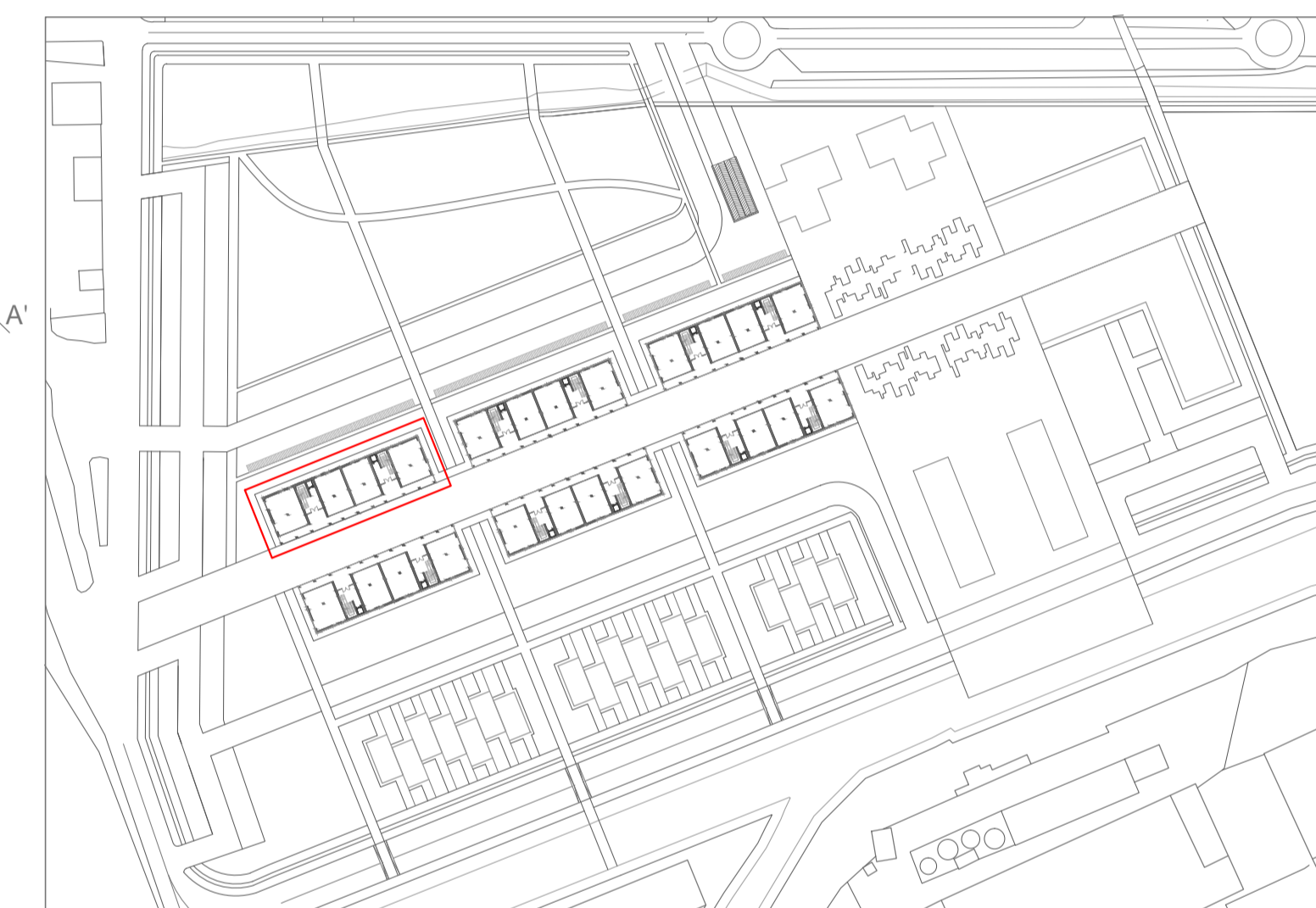
Pl. b 1-11
Pl. c 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11

Carico di fondazione agli SLU : Nsd SLU = 1510,41 kN = 151041,42 kg
Area del plinto: Ap = Nsd SLU / ot max = 151041,42 kg / 3 kg/cm² = 50347,14 cm²

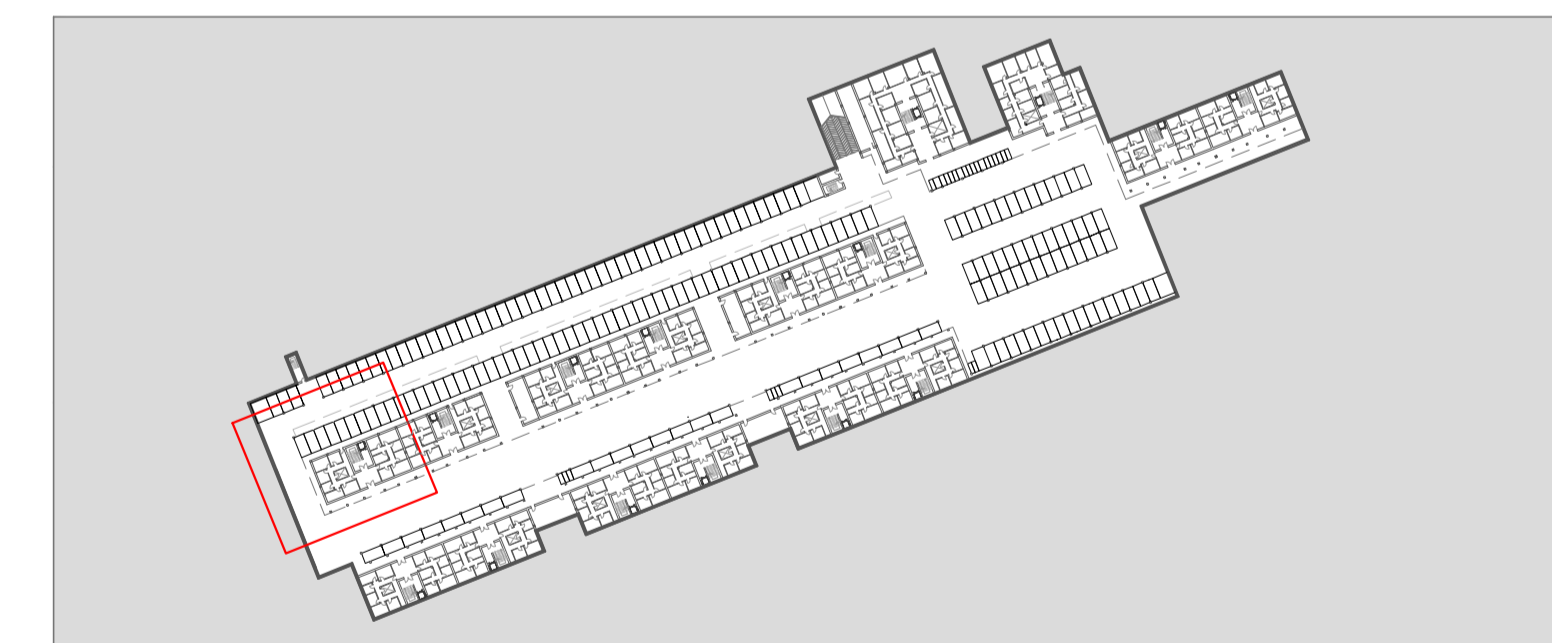
Lato minimo del plinto: Lmin = √(Ap) = 224,38 cm → 225 cm
Lo spessore del plinto per palazzine ordinarie è di 50 cm.



SCHEMA SEZIONE TRASVERSALE



KEY - PLAN PLANIMETRIA



KEY - PLAN PIANO INTERRATO

SOLAIO :
- solaio prefabbricato in lastre predalles 5 + 15 + 5

CARICHI DI PROGETTO (escluso peso proprio) :
- permanenti G = 419 Kg / mq
- variabili Q = 200 Kg / mq

Armatura cappa : rete elettrosaldata ϕ 8/20x20
sovrapponzione > 2 maglie
Rompitratta centrato a metà solaio con spessore 20 cm,
armato con barre longitudinali 2+2 ϕ 12 e staffe ϕ 8/20



POLITECNICO DI MILANO
Scuola di Architettura e Società
Laboratorio di Progetto e Costruzione dell'Architettura
Prof. M. Gambaro, R. Iannetti, A. Poletti

Riqualificazione di un'area dismessa e progettazione di residenze e servizi di edilizia economica e popolare - Novara

Committente: Comune di Novara

Progetto esecutivo

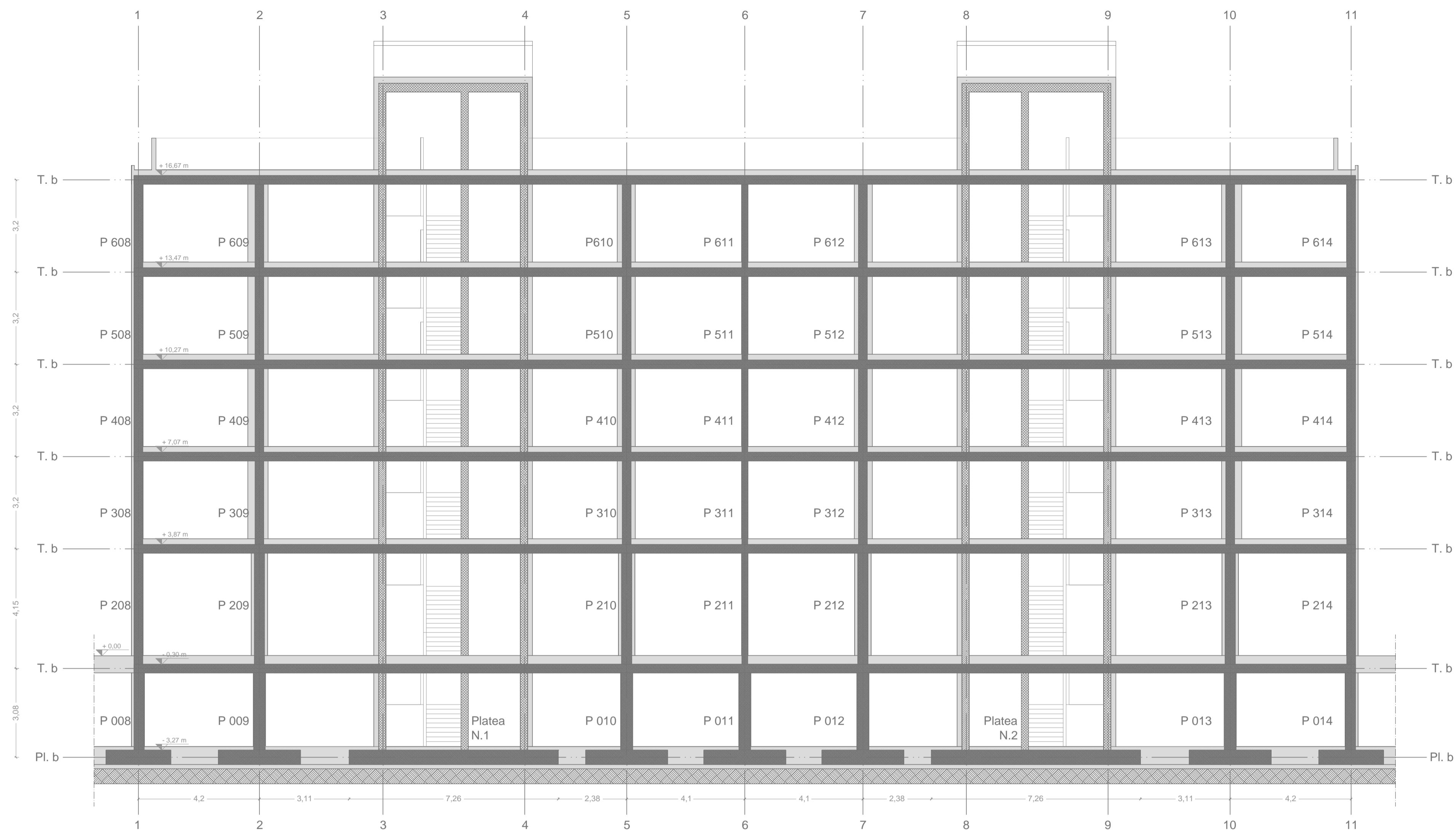
Studenti progettisti: Federica Ambrosio, Michela Maggioni, Paola Scuteri

Matricola: 798711, 799323, 799622

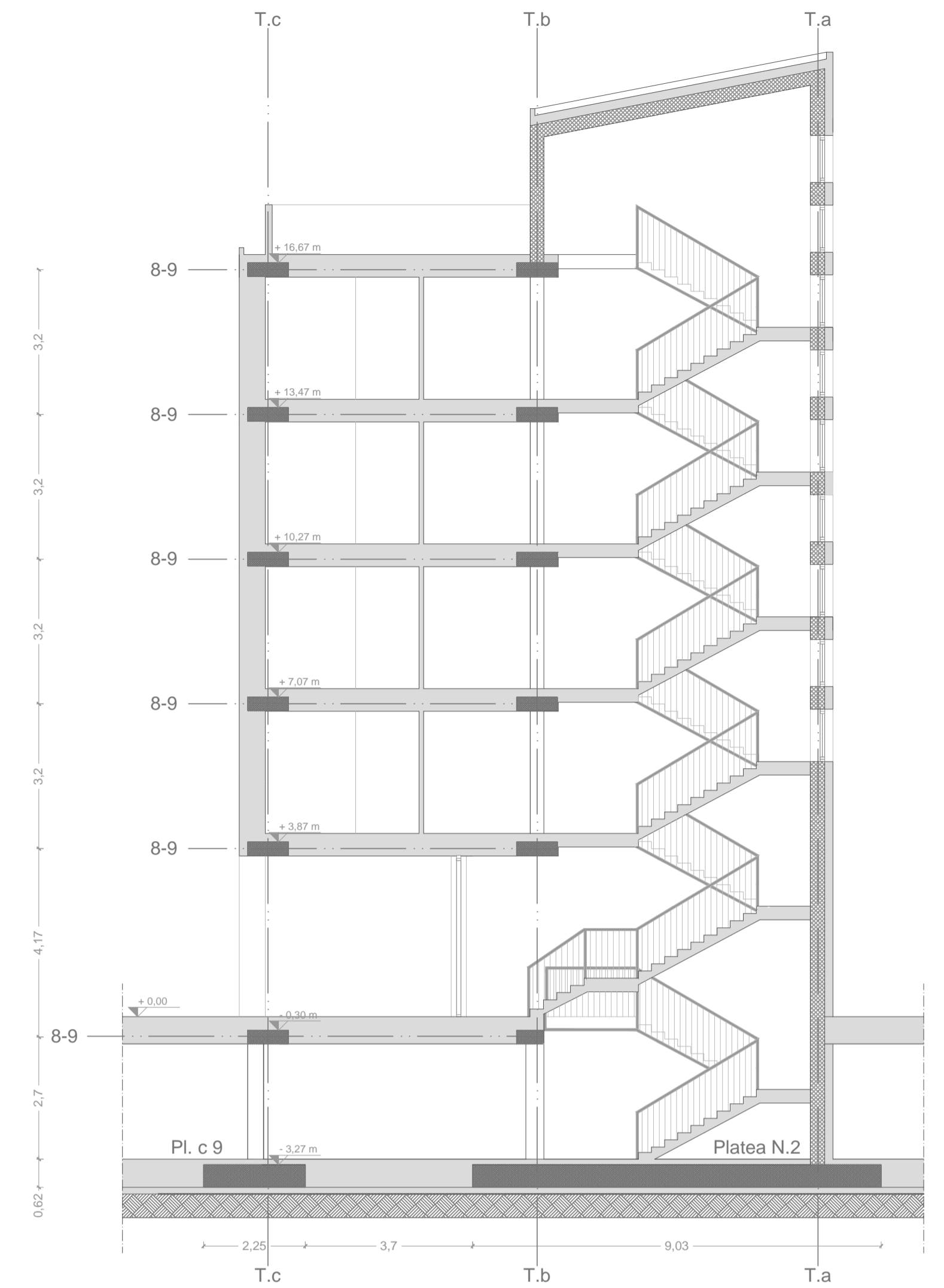
Oggetto: Planimetrie strutturali del piano di fondazioni e del piano terra

Scala 1:100
Data 04.02.2014

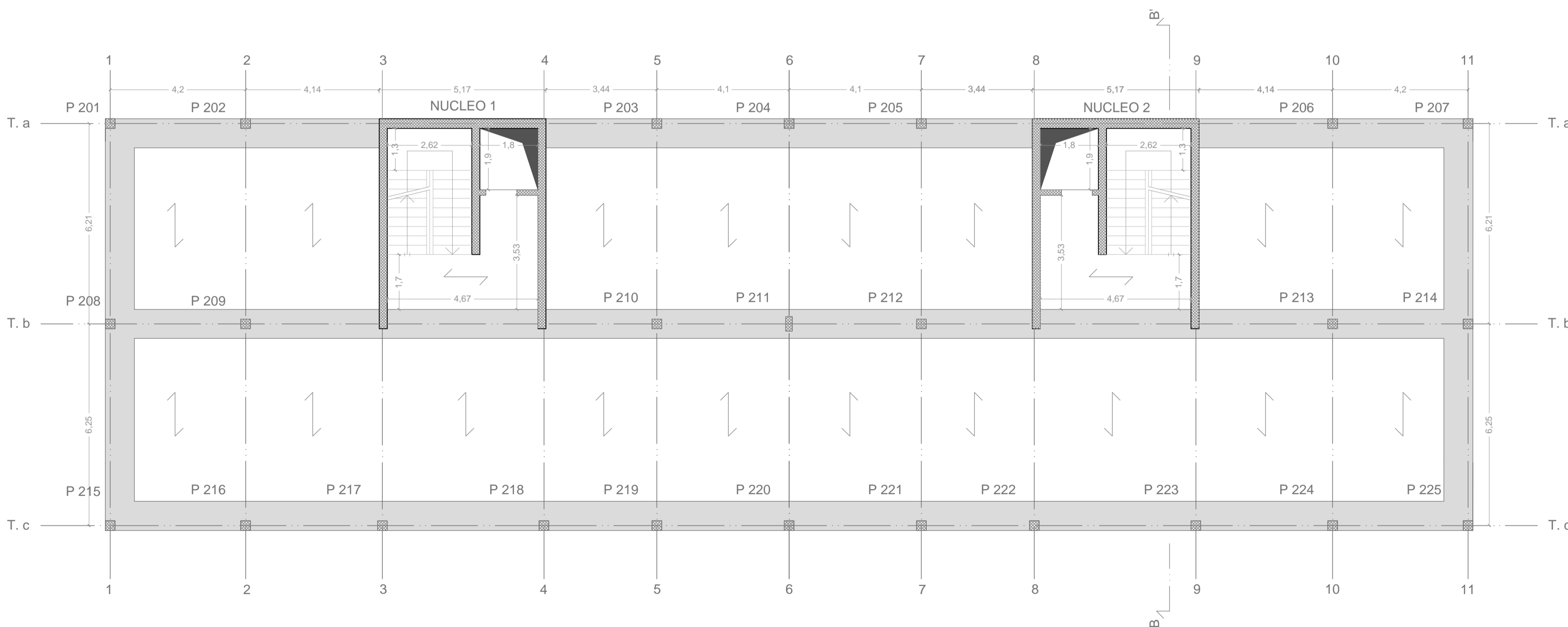
TAVOLA S1



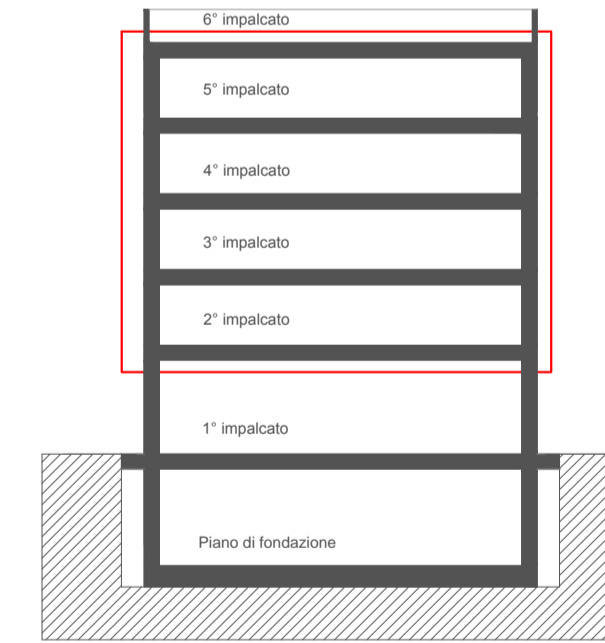
SEZIONE TRASVERSALE A - A' scala 1:100



SEZIONE TRASVERSALE B - B' scala 1:100



PIANTA PRIMO, SECONDO, TERZO, QUARTO, QUINTO IMPALCATO E COPERTURA - scala 1:100



SCHEMA SEZIONE TRASVERSALE

SOLAIO IMPALCATI 2,3,4,5 E COPERTURA :
 - solaio in laterocemento a travetti prefabbricati 25 + 5

CARICHI DI PROGETTO (escluso peso proprio) :

- permanenti	G = 444 Kg / mq
- variabili	Q = 200 Kg / mq

Armatura cappa : rete elettrosaldata ϕ 8/20x20 sovrapposizione > 2 maglie
 Rompritratta centrato a metà solaio con spessore 20 cm, armato con barre longitudinali 2+2 ϕ 12 e staffe ϕ 8/20



KEY - PLAN PLANIMETRIA



POLITECNICO DI MILANO
 Scuola di Architettura e Società
 Laboratorio di Progetto e Costruzione dell'Architettura
 Prof. M. Gambaro, R. Iannetti, A. Poletti

Riqualificazione di un'area dismessa e progettazione di residenze e servizi di edilizia economica e popolare - Novara

Committente: Comune di Novara

Progetto esecutivo

Studenti progettisti: Federica Ambrosio, Michela Maggioni, Paola Scuteri

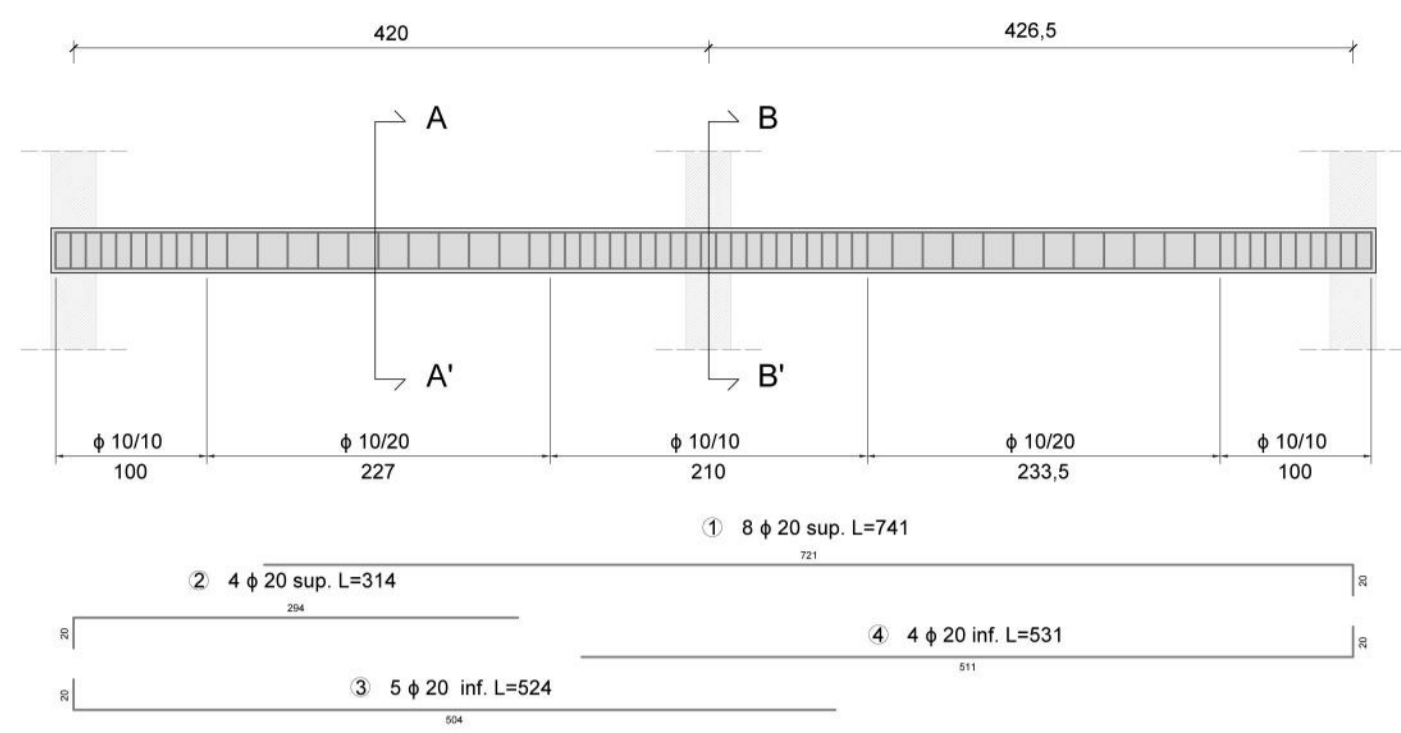
Matricola: 798711, 799323, 799622

Oggetto: Planimetrie strutturali del secondo, terzo, quarto quinto impalcato e del piano di copertura
 Sezioni scala 1:100

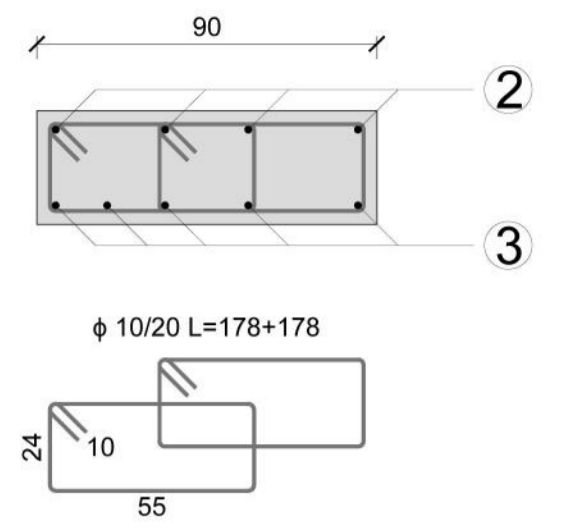
Scala 1:100
 Data 04.02.2014

TAVOLA
S2

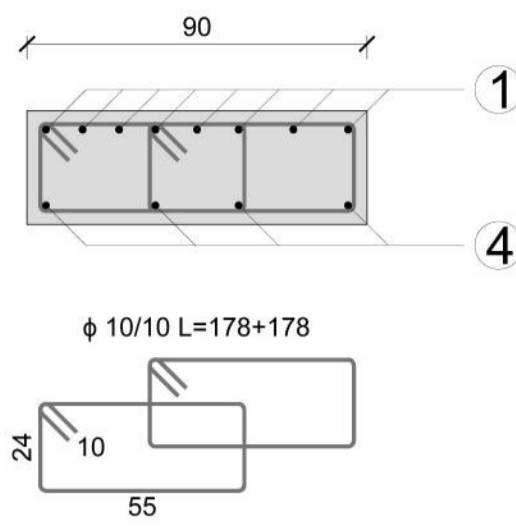
TRAVE DI SPINA_T204_30x90 scala 1:50



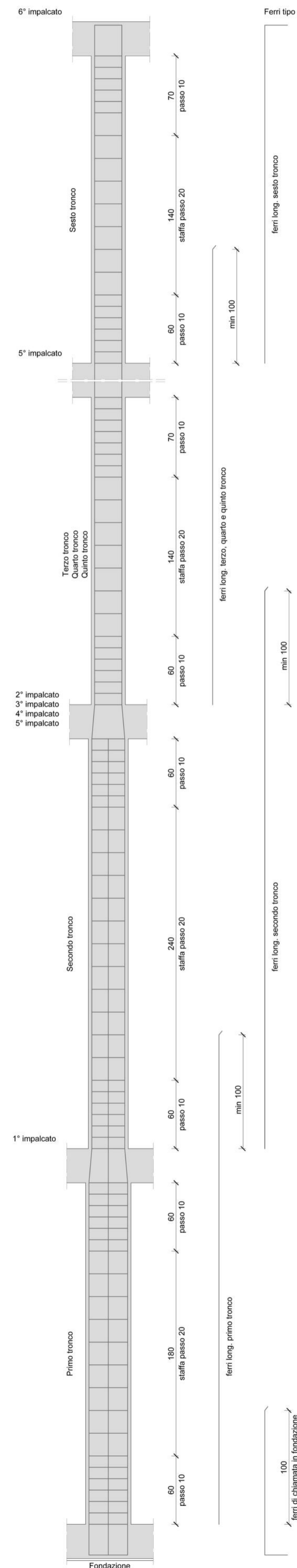
SEZIONE A-A' scala 1:20



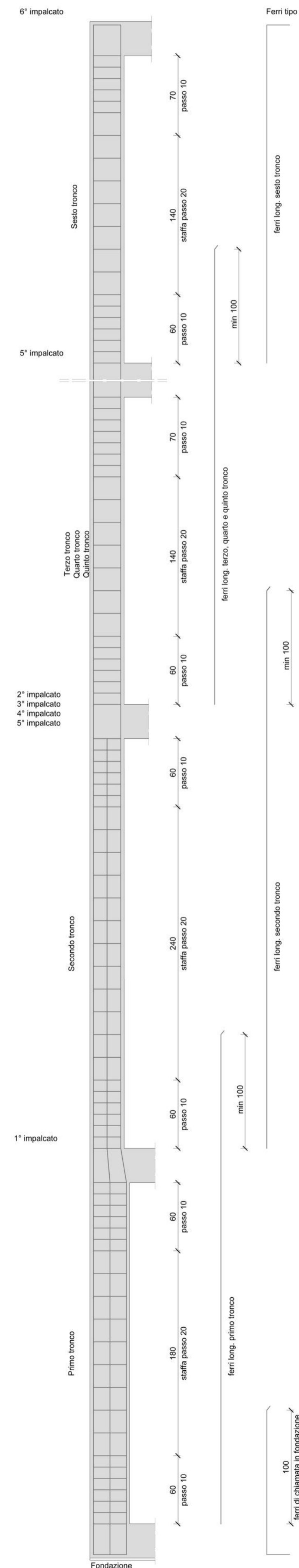
SEZIONE B-B' scala 1:20



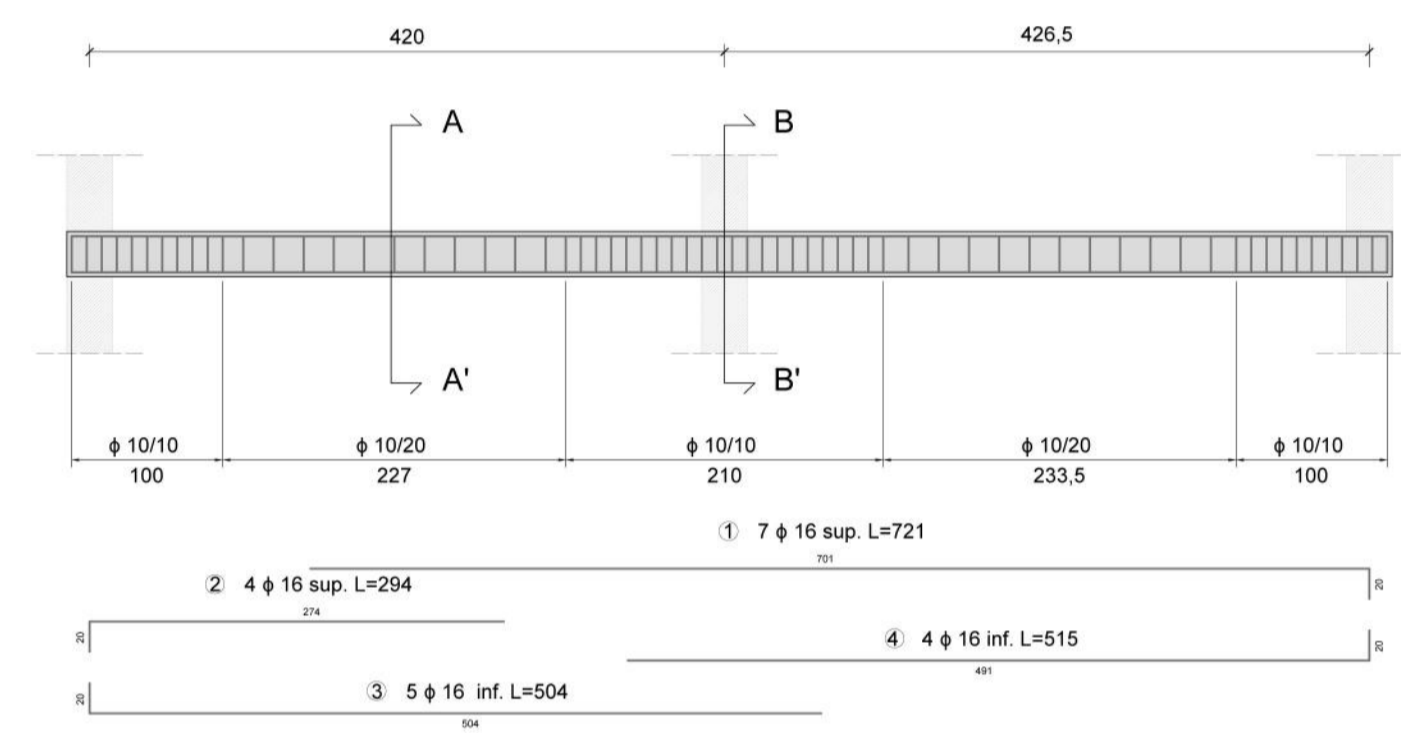
PILASTRI P
P2_P1_P3_P4_P5_P6_P7_P8
P14_P15_P16_P17_P18_P19
P20_P21_P22_P23_P24_P25



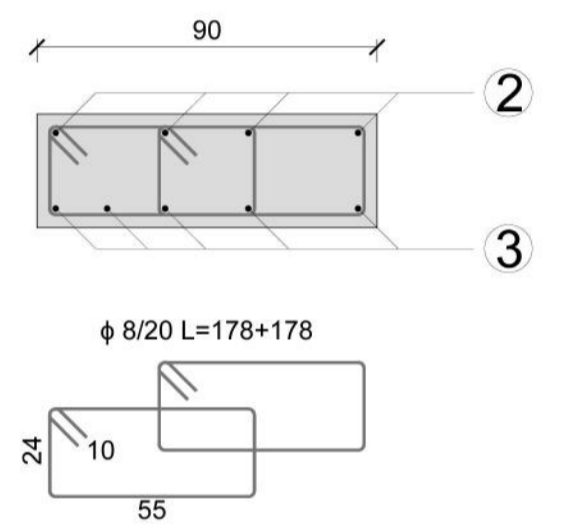
PILASTRI P
P9_P10_P11_P12_P13



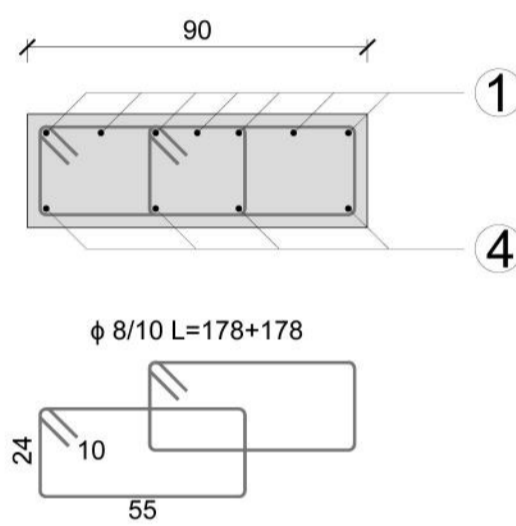
TRAVE DI BORDO_T201_30x90 scala 1:50



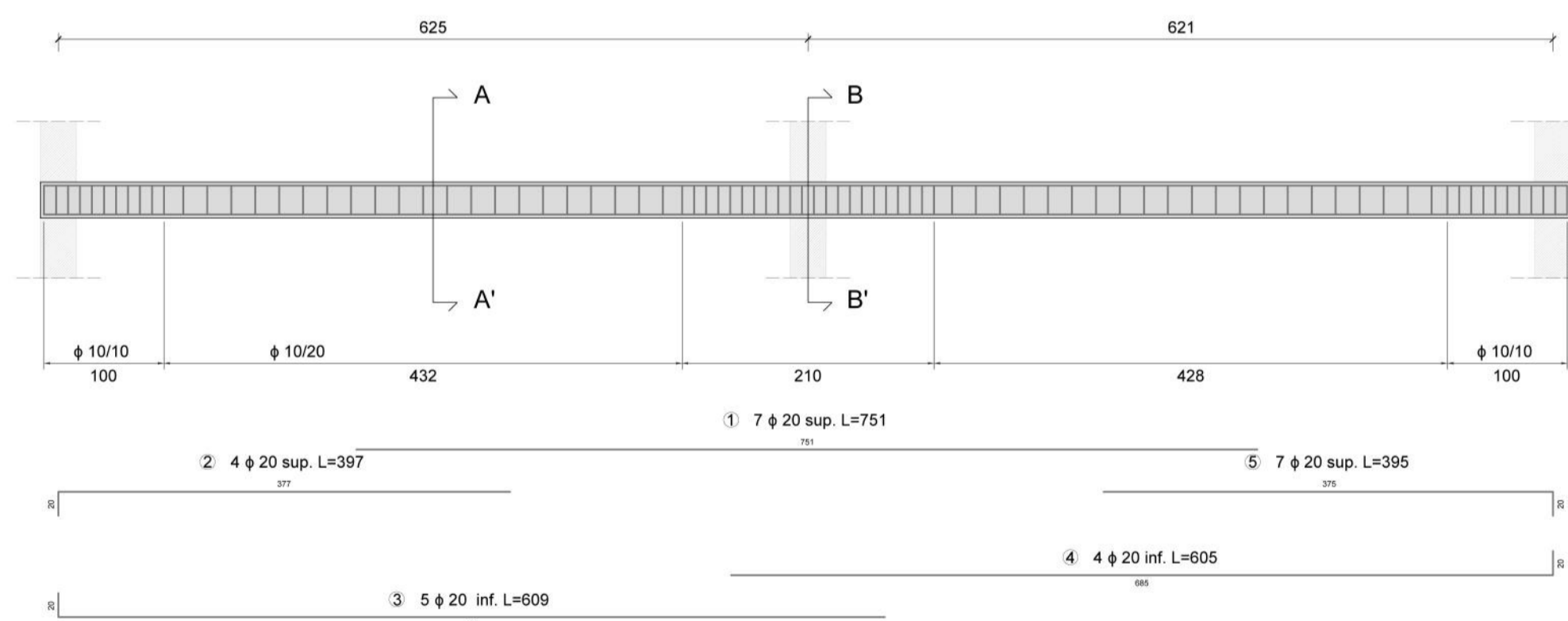
SEZIONE A-A' scala 1:20



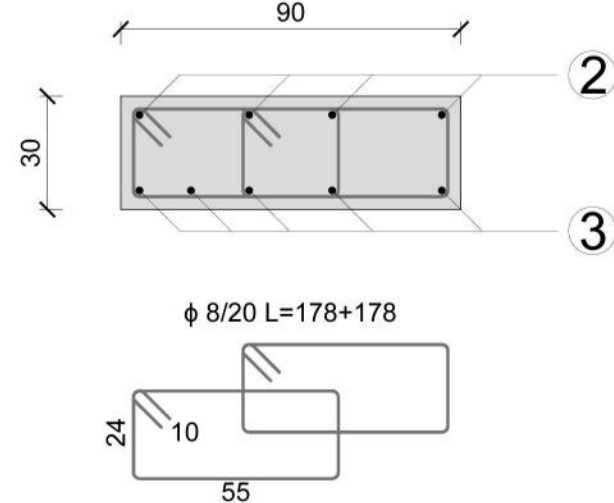
SEZIONE B-B' scala 1:20



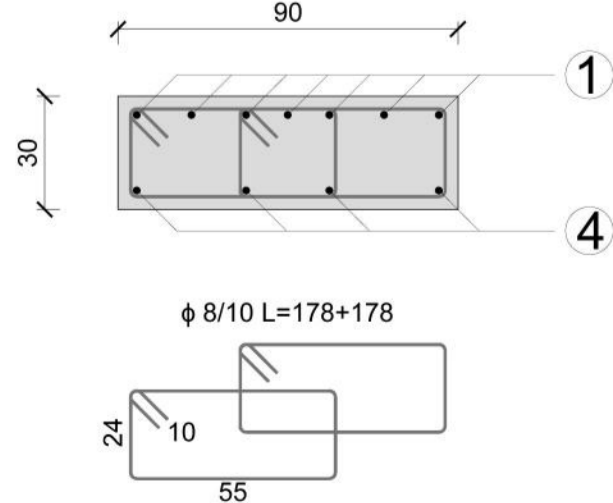
TRAVE PERIMETRALE_T208_30x90 scala 1:50



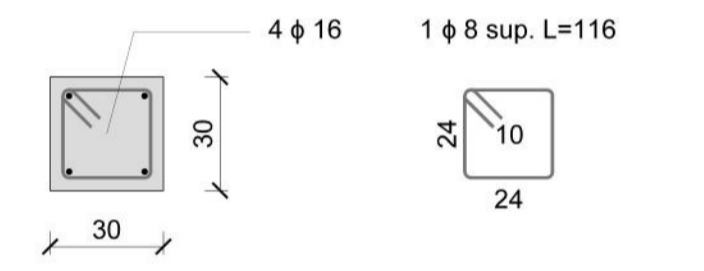
SEZIONE A-A' scala 1:20



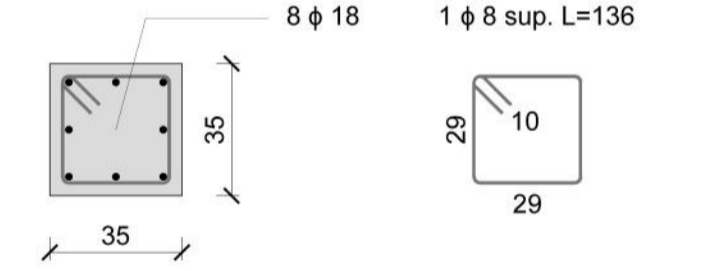
SEZIONE B-B' scala 1:20



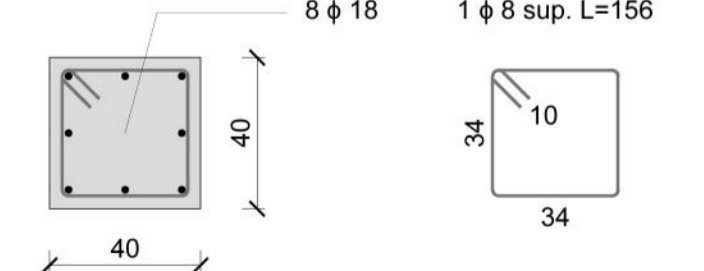
TERZO TRONCO E SUPERIORI_30x30 scala 1:20



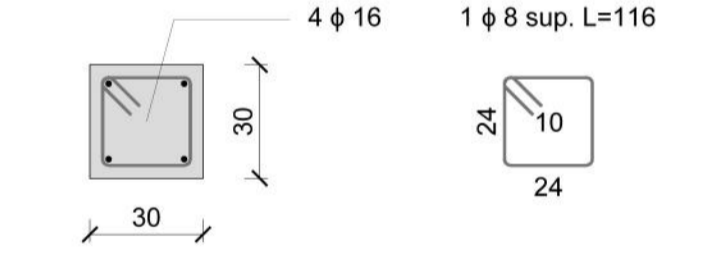
SECONDO TRONCO_35x35 scala 1:20



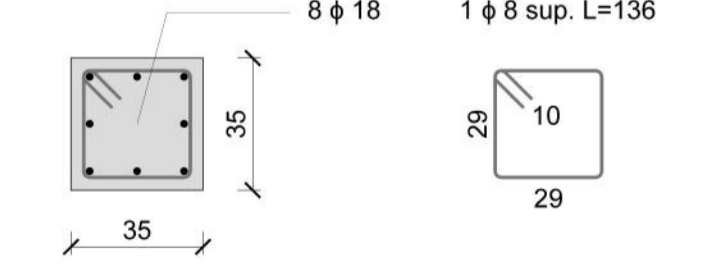
PRIMO TRONCO_40x40 scala 1:20



SECONDO TRONCO E SUPERIORI_30x30 scala 1:20



PRIMO TRONCO_35x35 scala 1:20

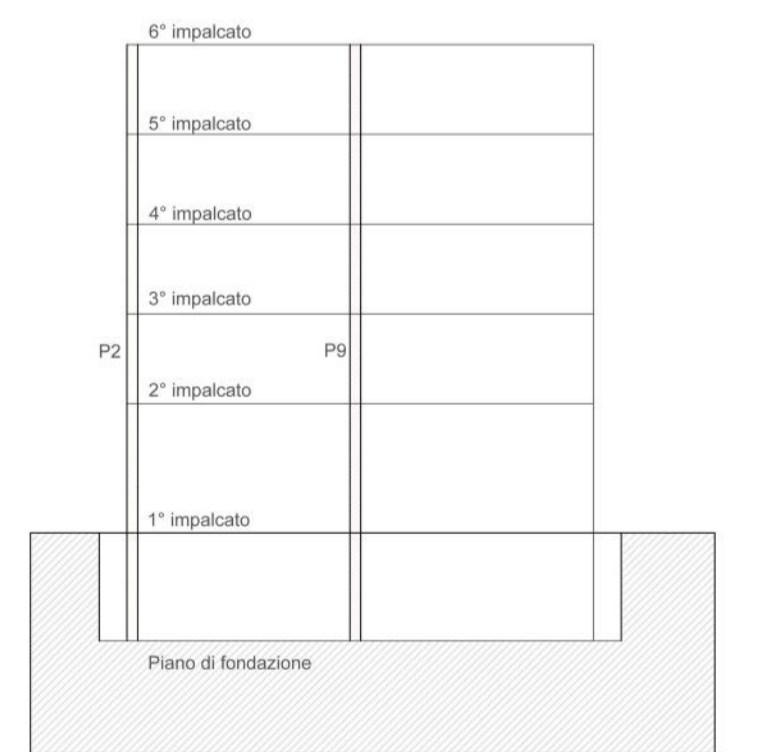
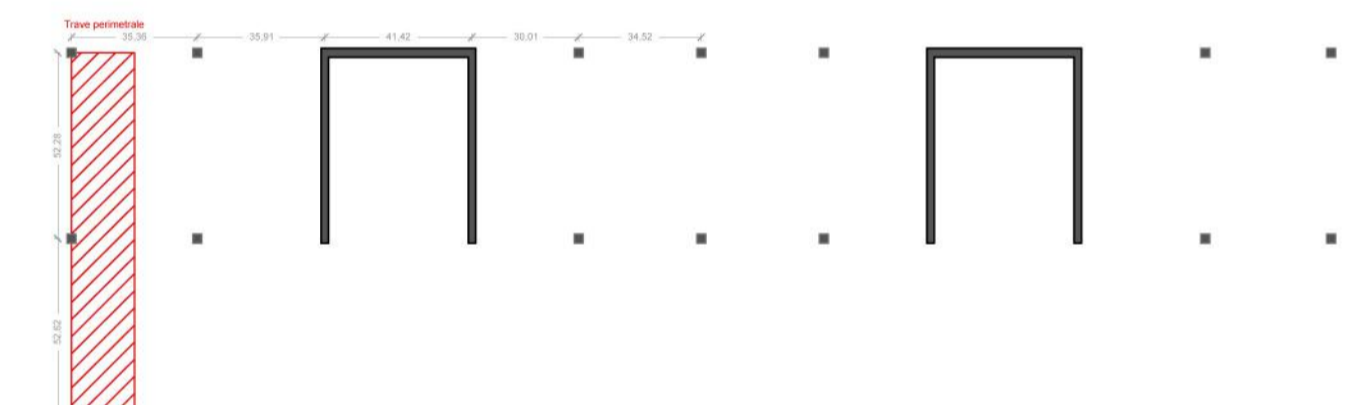
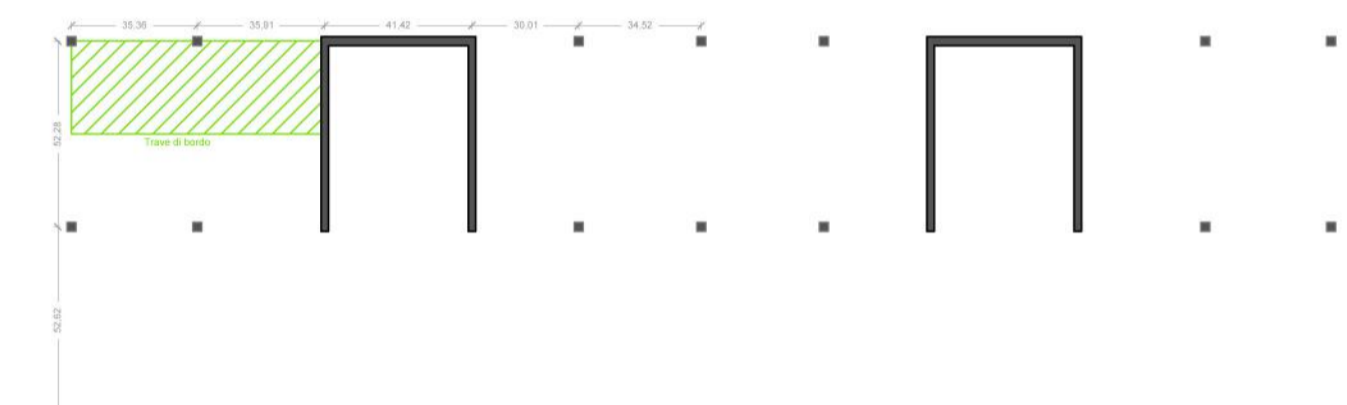
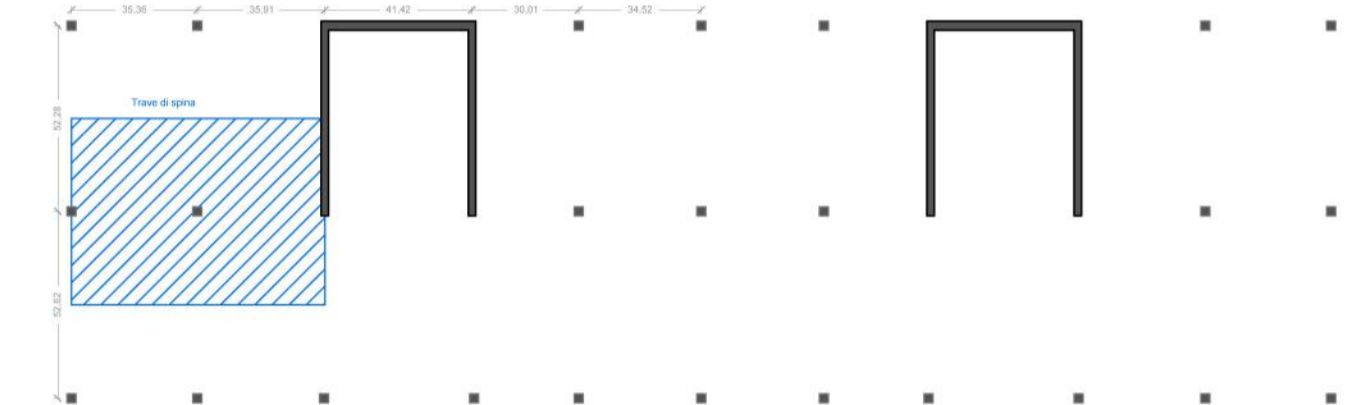
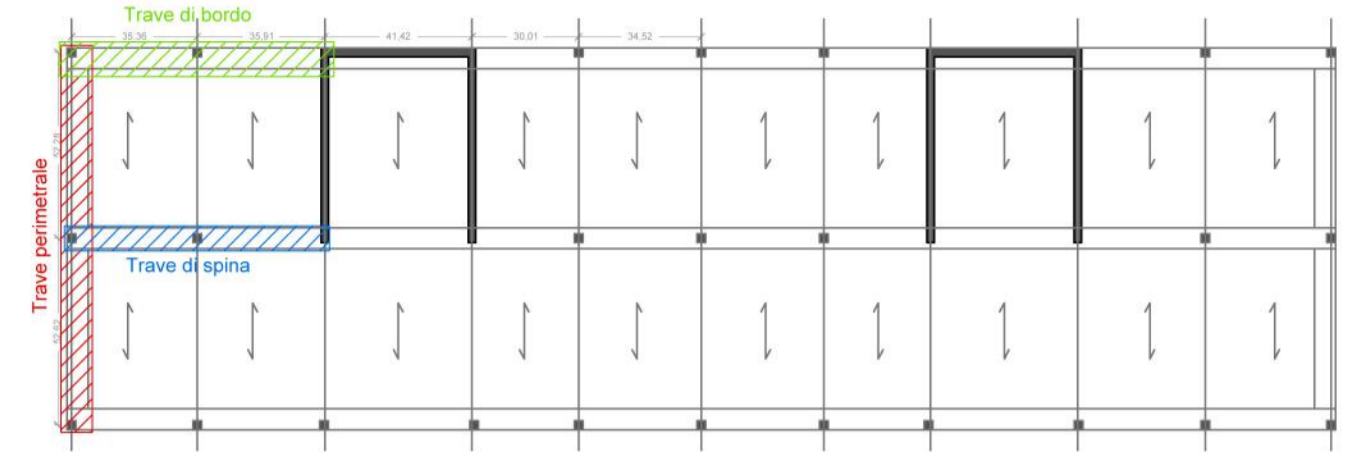


CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI

Calcestruzzo C25/30 Rck = 30 N/mm² Acciaio B450C fyk = 450 N/mm²

Distanza copriferro: - travi = 3 cm
- pilastri = 3 cm

NOTE: - pilastri 40 x 40 situati in mezzeria e 30 x 30 perimetralmente al solaio del piano delle fondazioni
- pilastri 35 x 35 situati in mezzeria e 30 x 30 perimetralmente al solaio del piano terra
- pilastri 30 x 30 situati perimetralmente e in mezzeria ai solai dei piani superiori



POLITECNICO DI MILANO
Scuola di Architettura e Società
Laboratorio di Progetto e Costruzione dell'Architettura
Prof. M. Gambaro, R. Iannetti, A. Poletti

Riqualificazione di un'area dismessa e progettazione di residenze e servizi di edilizia economica e popolare - Novara

Committente: Comune di Novara

Progetto esecutivo

Studenti progettisti: Federica Ambrosio, Michela Maggioni, Paola Scuteri

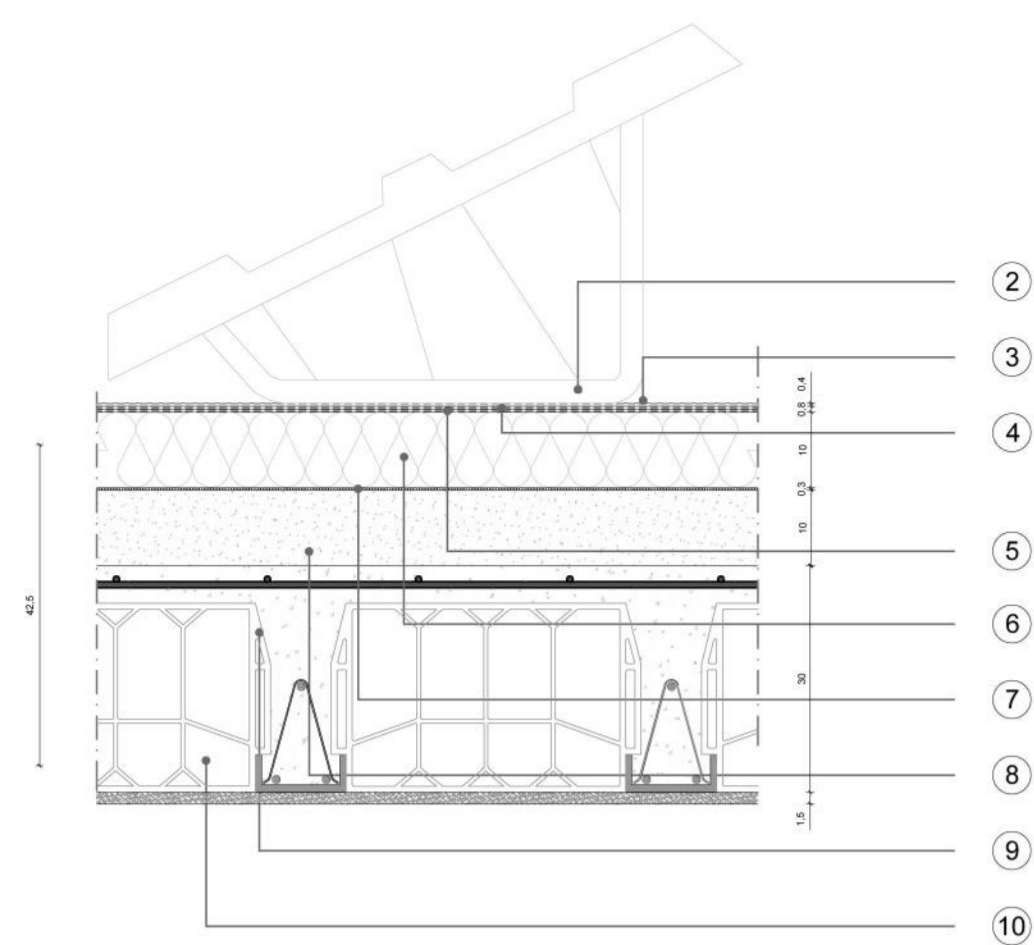
Matricola: 798711, 799323, 799622

Oggetto: Struttura in c.a.
Trave di spina, trave di bordo, trave perimetrale, pilastri

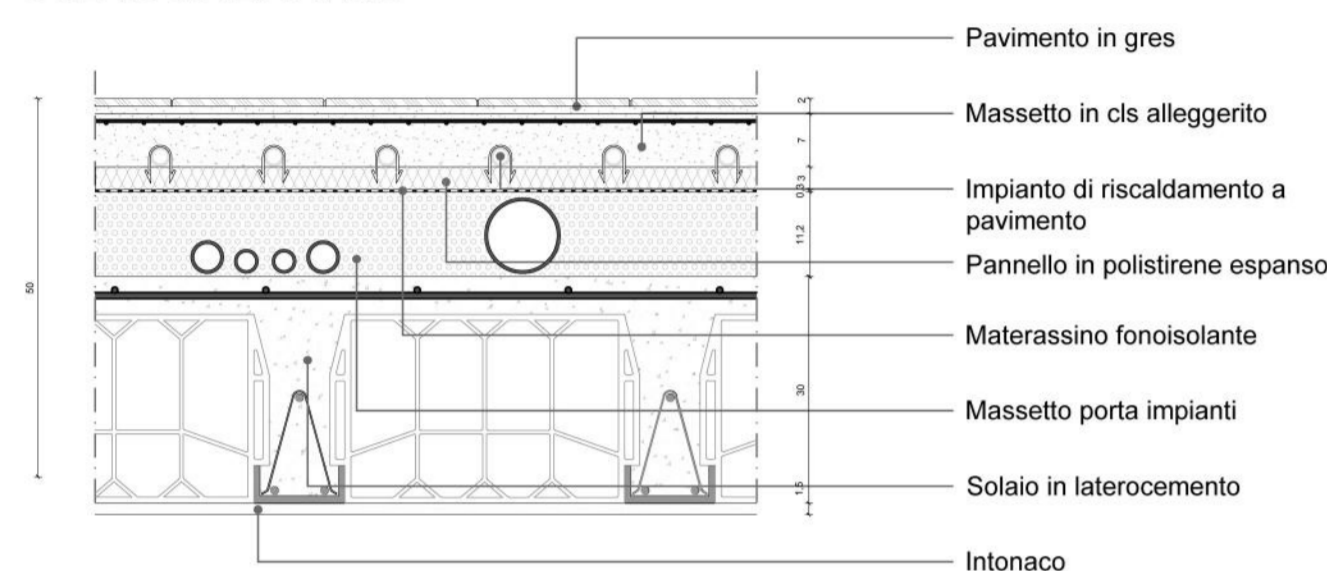
Scala 1:50; 1:20
Data 04.02.2014

TAVOLA S3

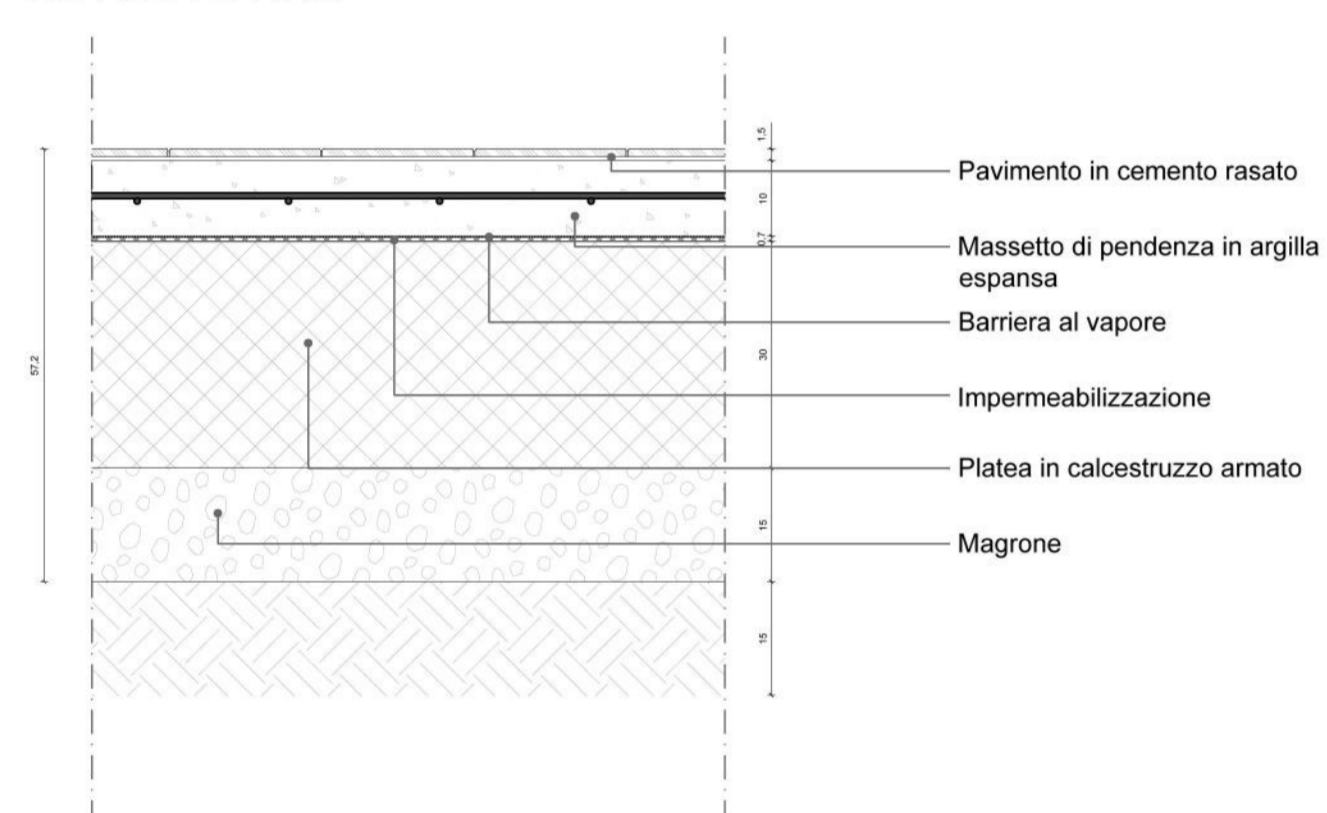
SOLAIO DI COPERTURA



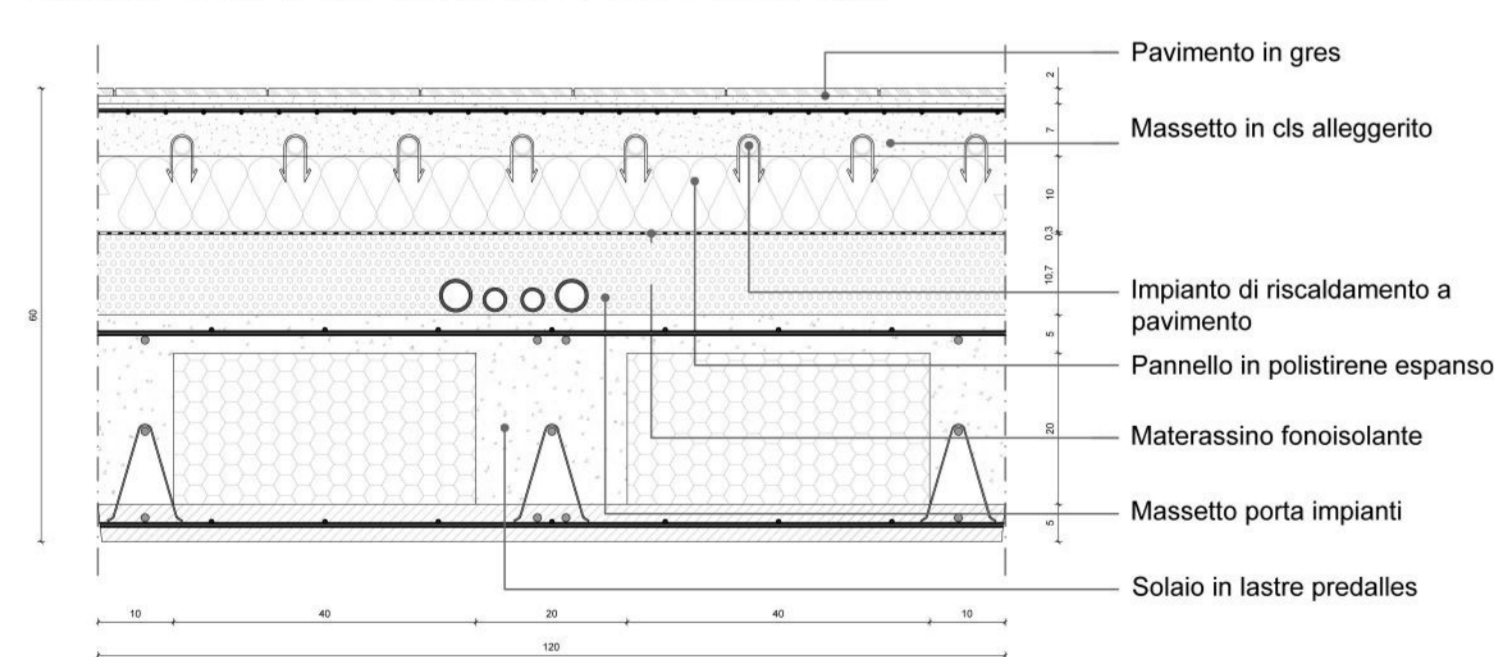
SOLAIO INTERPIANO



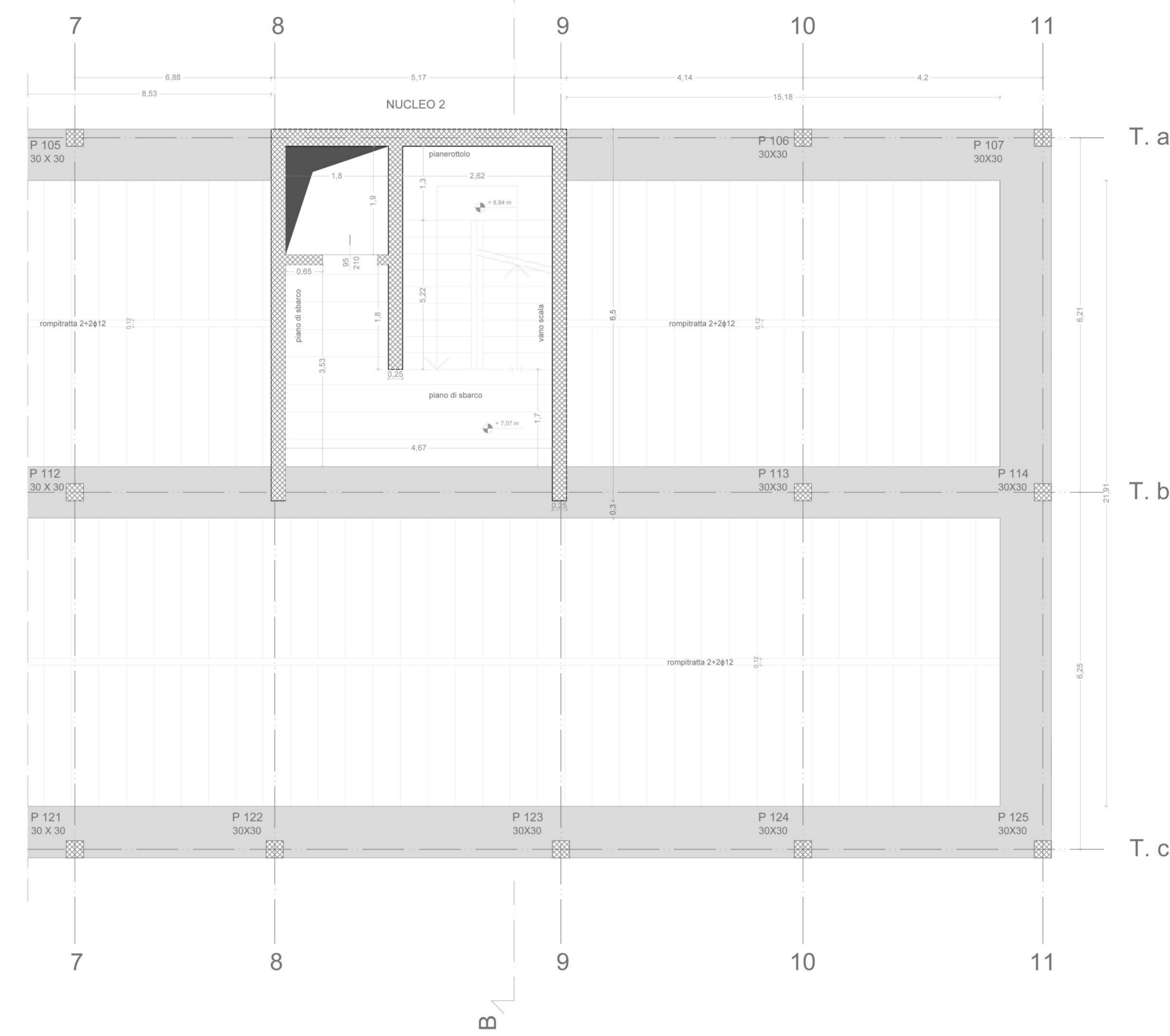
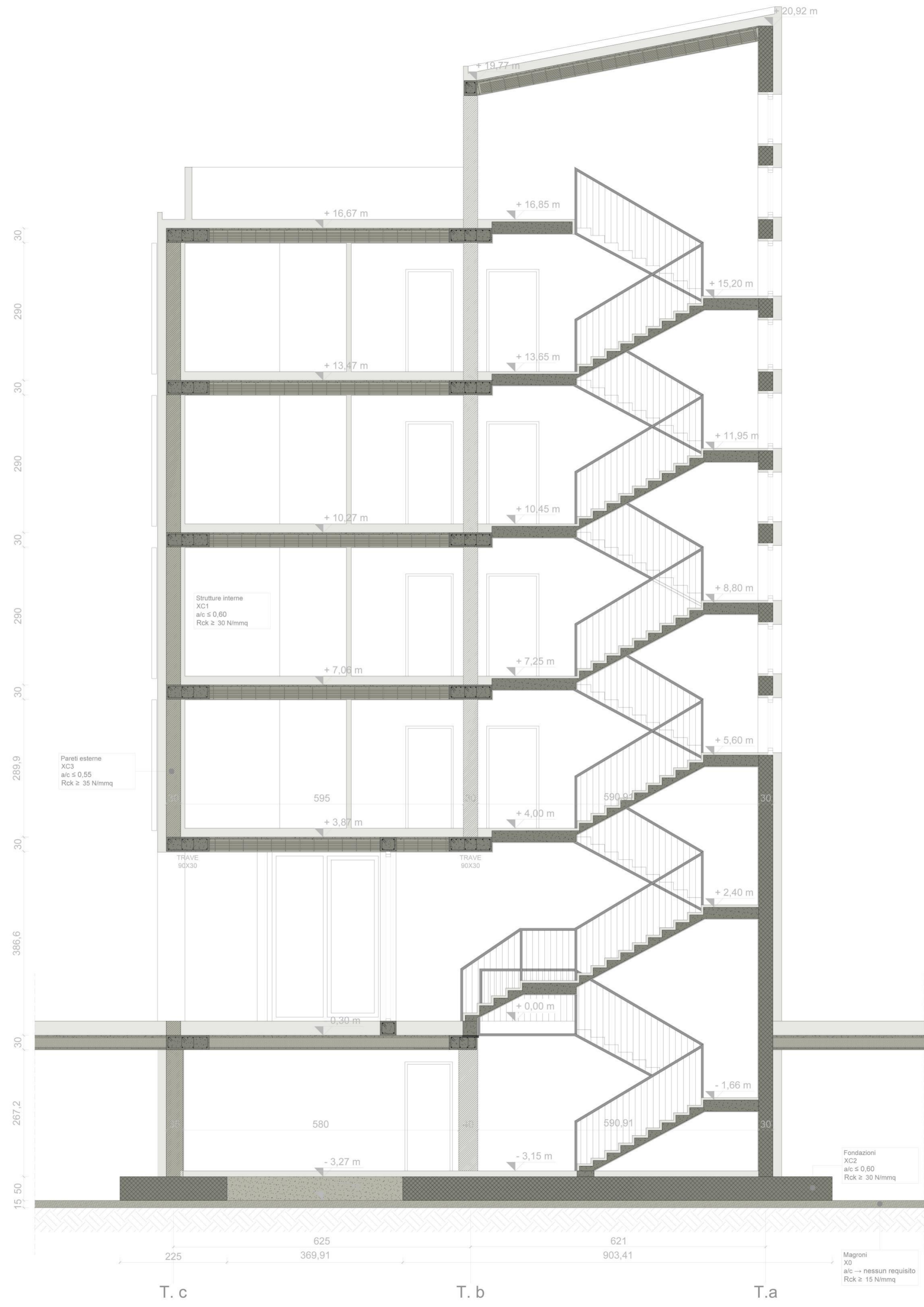
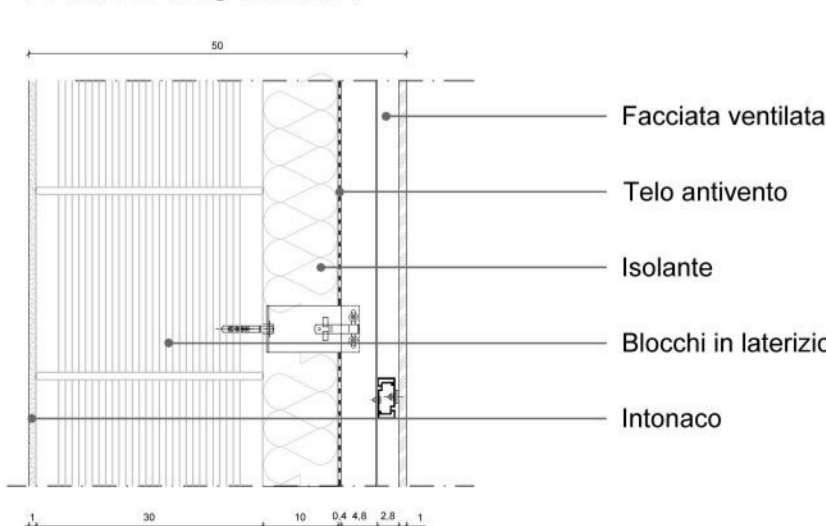
SOLAIO A TERRA



SOLAIO TRA PIANO TERRA E PIANO INTERRATO



PARETE ESTERNA



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI

Calcestruzzo C25/30 Rck = 30 N/mm² Acciaio B450C fyk = 450 N/mm²

Distanza copriferro: - travi = 3 cm
- pilastri = 3 cm

POLITECNICO DI MILANO
Scuola di Architettura e Società
Laboratorio di Progetto e Costruzione dell'Architettura
Prof. M. Garbaro, R. Iannetti, A. Poletti

Riquilificazione di un'area dismessa e progettazione di residenze e servizi di edilizia economica e popolare - Novara

Committente: Comune di Novara

Progetto esecutivo

Studenti progettisti: Federica Ambrosio, Michela Maggioni, Paola Scuteri

Matricola: 798711, 799323, 799622

Oggetto: Sezione strutturale scala 1:50
Dettagli scala 1:10

Scala 1:50; 1:10

Data 04.02.2014

TAVOLA S4