

COMUNE DI FIORANO
PROVINCIA DI MODENA

REALIZZAZIONE DI PALAZZINA UFFICI

Ubicazione:

Via Ghiarola Nuova – Fiorano Modenese (MO)

OGGETTO:

**Relazione Tecnica Sintetica
sulle Scelte Strutturali**

Schemi Strutturali

ELABORATO:

R 01

*ai sensi della L.R. n° 19 del 2008, art. 10
e della D.G.R. 121/2010 – allegato D, punto D1*

Il Tecnico

Dott. Ing. Capellari Luca

Committente

Mirandola, lì 08.10.2018



Indice

RELAZIONE TECNICA	3
1. COMMITTENTE.....	3
2. PROGETTISTI DELLE OPERE.....	3
3. UBICAZIONE	4
4. NORMATIVE ED EVENTUALI DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI	4
<i>Norme di riferimento cogenti</i>	4
<i>Altre norme e documenti tecnici integrativi</i>	4
5. CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	5
6. TIPOLOGIA SISTEMA DI FONDAZIONI ADOTTATO.....	5
7. DESTINAZIONI D'USO, AZIONI PERMANENTI E AZIONI VARIABILI	5
9. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	7
10. INDICAZIONE MATERIALI ADOTTATI.....	7
11. PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA.....	9
12. INTERAZIONI TRA COMPONENTI STRUTTURALI E IMPIANTISTICHE.....	11
13. ANALISI DELLA REGOLARITÀ IN PIANTA E IN ALTEZZA.....	11
14. DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DEI PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI.....	12



RELAZIONE TECNICA

Il progetto prevede la realizzazione di una palazzina per uffici nel comune di Fiorano Modenese (MO).

In particolare il progetto consiste nella costruzione di un fabbricato di pianta rettangolare di dimensioni esterne di circa 17.34 x 90 m con un piano interrato e tre piani fuori terra. La struttura portante è a telaio in calcestruzzo armato con elementi prefabbricati ed elementi in opera, le fondazioni sono previste in calcestruzzo a platea con muri sul vano interrato a perimetrare la struttura.

1. Committente

Di seguito vengono riportati i dati del committente delle opere in oggetto:

IMMOBILTEC S.p.a.
C.F. 02606280366
Con sede a FIORANO MODENESE (MO)
In Via Ghiarola Vecchia, 73

2. Progettisti delle opere

Progettista architettonico:

Gervasi Arch. Giuseppe
C.F. GRVGPP54C27C342V
Con studio a SASSUOLO (MO)
In Via Regina Pacis, 86/b

Progettista strutturale:

Capellari Ing. Luca
C.F. CPLLCU80B17F240I
Con studio a MIRANDOLA (MO)
In Via La Marchesa, 3

3. Ubicazione



4. Normative ed eventuali documenti tecnici applicativi adottati

Norme di riferimento cogenti

1. *D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".*

Altre norme e documenti tecnici integrativi

1. *Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008*
2. *UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.*
3. *UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.*
4. *UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.*
5. *UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.*
6. *UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.*
7. *UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.*
8. *UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.*
9. *UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.*
10. *UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.*

11. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
12. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
13. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
14. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
15. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
16. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
17. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
18. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
19. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
20. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
21. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

5. Caratteristiche del terreno

Per il predimensionamento delle opere di fondazione è stata presa in esame l'ipotesi di fondazione a platea, e in relazione a ciò il valore della costante elastica (Winkler), determinato sulla base delle conoscenze tecniche del progettista (§6.2.2 del DM 2008), si quantifica in $w = 1 \text{ kg/cm}^3$.

Si assume inoltre un valore di pressione limite pari a $p_{lim} = 2,72 \text{ Kg/cm}^2$ da cui, secondo l'approccio 2 (§ 2.6 e 6.4 delle NTC 2008), si ricava il valore di progetto della resistenza $R_d = p_{lim}/\gamma_R = 2,72/2,3 = 1,18 \text{ kg/cm}^2$ da confrontarsi con le combinazioni di carico del tipo SLU A1.

Dal punto di vista sismico si può considerare il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione dell'area investigata appartenente alla **classe C**, caratterizzata da valori di V_s^{30} compresi tra 180 e 360 m/sec.

6. Tipologia sistema di fondazioni adottato

Per il fabbricato sopradescritto è prevista la realizzazione di una platea di fondazione in cls opportunamente dimensionata in modo tale da distribuire con valori sufficientemente regolari le pressioni sul terreno indotte dai carichi trasmessi dalla struttura sovrastante.

E' stato scelto questo tipo di fondazioni tenendo conto delle conoscenze tecniche del progettista sul terreno in oggetto e della realizzazione economica di questo tipo di fondazione rispetto ad altre soluzioni fondali.

7. Destinazioni d'uso, azioni permanenti e azioni variabili

Per la determinazione delle azioni variabili agenti sulle strutture in oggetto si fa riferimento al capitolo 3.1.4 delle NTC 2008 e, in particolare, ai valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici descritti nella tabella 3.1.II:

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici.			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
C	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
	Ambienti ad uso commerciale.			
D	Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.			
E	Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
	Rimesse e parcheggi.			
F-G	Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
	Coperture e sottotetti			
H	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 — —	1,00 — —
	secondo categoria di appartenenza			
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				



- Azioni verticali di calcolo:

Peso proprio, Carichi permanenti, Carichi accidentali previsti dalla normativa in vigore

Solaio tipo		Copertura	
Peso proprio	500 kg/m ²	Peso proprio	500 kg/m ²
<u>Totale pacchetto</u>	<u>400 kg/m²</u>	Isolante impermeabilizzazione	
Tot. permanenti G _k	900 kg/m ²	<u>Totale pacchetto</u>	<u>200 kg/m²</u>
<i>Accidentali (uffici) Q_k</i>	<u>300 kg/m²</u>	Tot. permanenti G _k	700 kg/m ²
Totale G _k +Q _k	1 200 kg/m ²	<i>Accidentali (neve) Q_k</i>	<u>120 kg/m²</u>
		Totale G _k +Q _k	820 kg/m ²

8. Vita nominale e classe d'uso

Parametri della struttura						
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo [anni]	Vr	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0		C	T1

9. Tipologia strutturale: motivazione della scelta

È stata scelta una struttura in muratura, in relazione al rapporto tra geometria, funzioni e carichi peresenti sull'edificio.

10. Indicazione materiali adottati

Calcestruzzo armato C33/40		
$R_{ck} =$	40 MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{cd} =$	18,8 MPa	resistenza a compressione di progetto
$f_{ctm} =$	3,16 MPa	resistenza media a trazione semplice
$E =$	36.050 MPa	modulo di elasticità normale (<i>Young</i>)
$\nu =$	0,12	coefficiente di contrazione trasversale (<i>Poisson</i>)
$G =$	16.090 MPa	modulo di elasticità tangenziale
$\gamma =$	25 kN/m³	peso specifico
$\alpha =$	10⁻⁵	coefficiente di dilatazione termica

Calcestruzzo armato C28/35 – Pilastrì e setti		
$R_{ck} =$	35 MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{cd} =$	16,5 MPa	resistenza a compressione di progetto
$f_{ctm} =$	2,89 MPa	resistenza media a trazione semplice
$E =$	33.720 MPa	modulo di elasticità normale (<i>Young</i>)
$\nu =$	0,12	coefficiente di contrazione trasversale (<i>Poisson</i>)
$G =$	15.050 MPa	modulo di elasticità tangenziale
$\gamma =$	25 kN/m³	peso specifico
$\alpha =$	10⁻⁵	coefficiente di dilatazione termica

Calcestruzzo armato C25/30 – Travi e cordoli		
$R_{ck} =$	30 MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{cd} =$	14,1 MPa	resistenza a compressione di progetto
$f_{ctm} =$	2,61 MPa	resistenza media a trazione semplice
$E =$	31.220 MPa	modulo di elasticità normale (<i>Young</i>)
$\nu =$	0,12	coefficiente di contrazione trasversale (<i>Poisson</i>)
$G =$	13.940 MPa	modulo di elasticità tangenziale
$\gamma =$	25 kN/m³	peso specifico
$\alpha =$	10⁻⁵	coefficiente di dilatazione termica

Il materiale calcestruzzo è stato scelto in relazione alla sua capacità di sopportare gli stati di sollecitazione previsti in progetto. Si prevede inoltre di garantire gli adeguati copriferri e le adeguate miscele in relazione alle classi di esposizione.

Acciaio da cemento armato – B450C		
$f_y =$	450 MPa	tensione di snervamento
$f_d =$	391,3	resistenza di calcolo
$E =$	206.000 MPa	modulo di elasticità normale (<i>Young</i>)
$\nu =$	0,3	coefficiente di contrazione trasversale (<i>Poisson</i>)
$G =$	80.769 MPa	modulo di elasticità tangenziale
$\gamma =$	78 kN/m³	peso specifico
$\alpha =$	10⁻⁵	coefficiente di dilatazione termica

Acciaio da carpenteria – S275		
$f_t =$	430 MPa	tensione di rottura a trazione
$f_y =$	275 MPa	tensione di snervamento
$f_d =$	239 MPa	resistenza di calcolo
$f_{dt} =$	239 MPa	resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm
$E =$	210.000 MPa	modulo di elasticità normale (<i>Young</i>)
$\nu =$	0,3	coefficiente di contrazione trasversale (<i>Poisson</i>)
$G =$	80.769 MPa	modulo di elasticità tangenziale



$\gamma =$	78 kN/m³	peso specifico
$\alpha =$	10⁻⁵	coefficiente di dilatazione termica

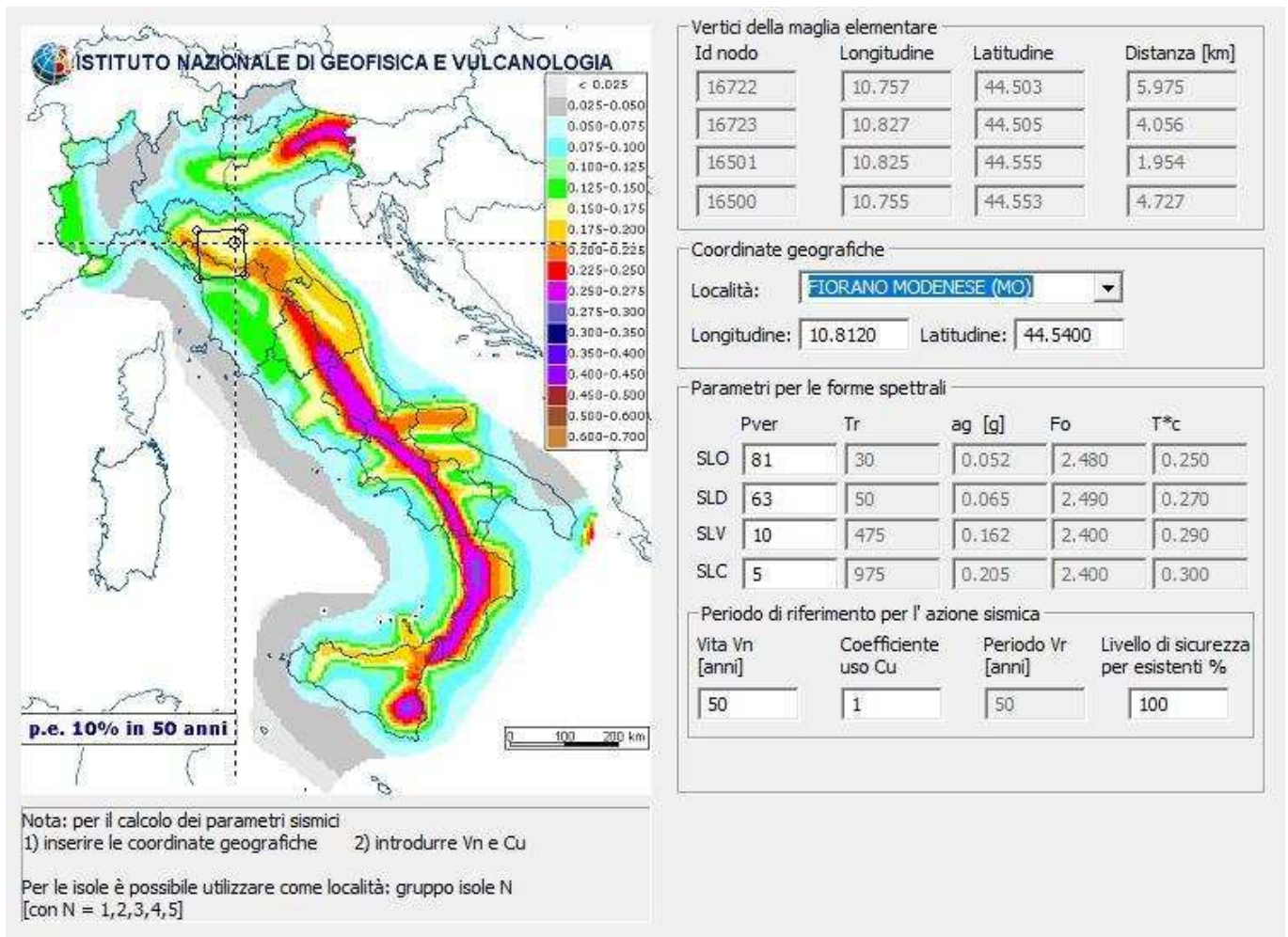
Acciaio da carpenteria – S235		
$f_t =$	360 MPa	tensione di rottura a trazione
$f_y =$	235 MPa	tensione di snervamento
$f_d =$	204 MPa	resistenza di calcolo
$f_{dt} =$	204 MPa	resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm
$E =$	210.000 MPa	modulo di elasticità normale (<i>Young</i>)
$\nu =$	0,3	coefficiente di contrazione trasversale (<i>Poisson</i>)
$G =$	80.769 MPa	modulo di elasticità tangenziale
$\gamma =$	78 kN/m³	peso specifico
$\alpha =$	10⁻⁵	coefficiente di dilatazione termica

Si prevede l'applicazione di prodotti antiruggine per garantire l'adeguata protezione dagli agenti corrosivi.

11. Parametri dell'azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione). L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

- ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;
- Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;



Lo **spettro di progetto** si individua partendo dai dati della pericolosità sismica di base indicati nelle tabelle precedenti ed adottando un fattore di struttura q che tiene conto della capacità dissipativa dell'edificio. Pertanto per **edifici in muratura a uno o più piani in CDB (bassa duttilità), $K_R=0.8$ (non regolare in altezza)**:

$q= 1.5$ (struttura non dissipativa)



12. Interazioni tra componenti strutturali e impiantistiche

Tutte le opere impiantistiche verranno realizzate senza interferire con le strutture portanti in quanto saranno confinate negli spazi tra solai e pavimenti e comunque all'esterno delle stesse. Saranno infatti realizzate calate all'interno di tramezze di sacrificio o appositi cassonetti. Gli attraversamenti dei solai saranno realizzati in corrispondenza degli elementi non strutturali interposti.

13. Analisi della regolarità in pianta e in altezza

Struttura regolare in pianta: SI

Struttura regolare in altezza: SI

Pilastri di sezione costante e/o variabili: pilastri di diverse sezioni

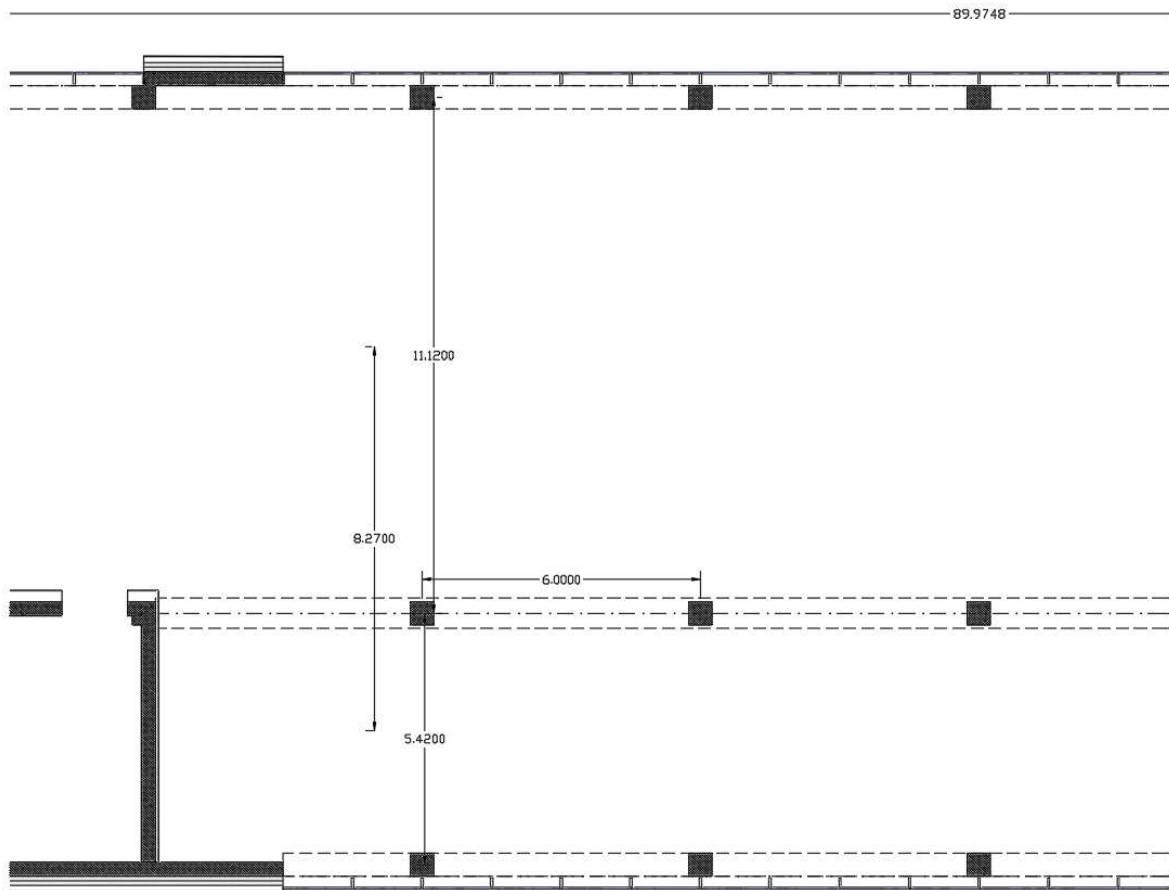
Pilastri in falso: NON PRESENTI

Elementi strutturali di altra tipologia: NON PRESENTI



14. Dimensionamento di massima dei principali elementi strutturali

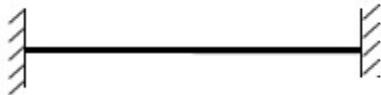
Trave di solaio



Normative di riferimento

- Decreto ministeriale del 14 gennaio 2008 (NTC)
- EN 1998-4:2006 (Eurocodice 8)

Schema statico



Incastro - Incastro
Luce L: 6,00 m

Coefficienti di sicurezza dei carichi

Coefficiente parziale carichi permanenti γ_g : 1,30
Coefficiente parziale carichi variabili γ_q : 1,50
Coefficiente di combinazione ψ_2 : 0,30



Carichi agenti

Azioni distribuite

- Carichi permanenti

$$q = 75,00 \text{ kN/m}$$



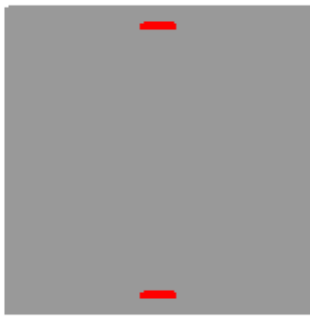
- Carichi variabili

$$q = 25,00 \text{ kN/m}$$



Caratteristiche della trave

Trave in cemento armato



Dimensioni della sezione

Altezza [cm]	Lato superiore [cm]	Lato inferiore [cm]
50,00	50,00	50,00

Armatura

Strato	Nr. Ferri	Diametro [mm]	Z [cm]
1	5	26	3,00
2	5	26	47,00

Materiali

CALCESTRUZZO	
Classe	C 32/40
Res. caratt. fck [MPa]	33,20
Coeff. di rid. carichi lunga durata acc	0,85
Coeff. di sicurezza parziale γ_c	1,50
ACCIAIO	
Tipo	B450C
Res. caratt. a snervamento f_{yk} [MPa]	450
Modulo elastico E_s [MPa]	210 000
Deformazione a rottura ϵ_{yu}	6,75
Fattore di incrudimento k	1,00
Coeff. di sicurezza parziale γ_s	1,15



Combinazioni di carico

Sono verificati gli involuipi di momento e taglio massimi nelle seguenti combinazioni:

- Combinazione fondamentale:

$$\gamma_g G + \gamma_q Q_k$$

- Combinazione sismica:

$$E + \gamma_g G + \psi_2 Q_k$$

Risultati dell'analisi

Il taglio resistente VRd è stato calcolato con il metodo a θ variabile).

La trave risulta verificata nella sezione sollecitata a momento flettente positivo massimo ($x = 300,00$ cm) dove:

- MEd = 202,51 kNm

- MRd = 460,85 kNm

- MEd / MRd = 0,44

La trave risulta verificata nella sezione sollecitata a momento flettente negativo massimo ($x = 0,00$ cm) dove:

- MEd = -404,99 kNm

- MRd = -460,85 kNm

- MEd / MRd = 0,88

La trave risulta verificata nella sezione più sollecitata a taglio ($x = 0,00$ cm) dove:

- VEd = 405,00 kN

- VRd = 754,67 kN

- VEd / VRd = 0,54

La freccia massima, calcolata in campo elastico per la combinazione quasi permanente dei carichi, è pari a : 0,91 mm ($x = 300,00$), pari a 1/6 593 volte la luce della trave.

Estremo sinistro

VEd	405,00	kN	VRd	754,67	kN
MEd	-404,99	kNm	MRd	460,85	kNm
MEd / MRd	0,88		f	0,00	mm

Estremo destro

VEd	-405,00	kN	VRd	754,67	kN
MEd	-404,99	kNm	MRd	460,85	kNm
MEd / MRd	0,88		f	0,00	mm

Momento massimo - $x = 300,00$

VEd	0,00	kN	VRd	754,67	kN
MEd	202,51	kNm	MRd	460,85	kNm
MEd / MRd	0,44		f	0,91	mm

Momento minimo - $x = 600,00$

VEd	247,50	kN	VRd	754,67	kN
MEd	-404,99	kNm	MRd	460,85	kNm
MEd / MRd	0,88		f	0,00	mm

$x = 0,00$

VEd,min	405,00	kN	VEd,Max	247,50	kN
MEd,min	-404,99	kNm	MEd,min	-247,49	kNm
f	0,00	mm			

