



CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
DIREZIONE SERVIZI GENERALI, SCUOLE E GOVERNANCE
SERVIZIOEDILIZIA

EDIFICIO - ATTIVITA':
Via Bartolomeo Arecco 2, Genova
LSS Da Vinci Leonardo

CODICE	
EDIFICIO	ATTIVITA'
34	A

COMMESSA: Risanamento conservativo per adeguamento alla normativa
antincendio del complesso scolastico L.S.S. L. Da Vinci

CODICE COMMESSA
LAS.20.00016

FASE: ESECUTIVO STATO:

OGGETTO DELLA TAVOLA:
RELAZIONE CALCOLO STRUTTURE

N° TAVOLA

004

SCALA

PROGETTISTI: Arch. Benedetta Profice

Benedetta Profice

REVISIONE A B C D E F

DATA 06/2021

RIF. FILE ANAGEDIL:

STAFF di PROGETTAZIONE

coord. staff	
Staff, prog.	ing. Federico Gallesi
Assistente	sig. Gianmarco Civile
Progetto strutture	ing. Salvatore Cantarella

APPROVAZIONE DOCUMENTO

RESP. UFFICIO
Arch. Roberta Burroni

DIRIGENTE TECNICO
Ing. Arch. Davide Nari

R.U.P.
arch. Roberta Burroni

R. Burroni
D. Nari
R. Burroni

RELAZIONE ILLUSTRATIVA
RELAZIONE SUI MATERIALI
RELAZIONE DI CALCOLO
PIANO DI MANUTENZIONE



**RISANAMENTO CONSERVATIVO PER ADEGUAMENTO ALLA
NORMATIVA ANTINCENDIO DEL COMPLESSO
SCOLASTICO
L.S.S. "LEONARDO DA VINCI"
SITO IN VIA BARTOLOMEO ARECCO 2
NEL COMUNE DI GENOVA
EDIFICIO 34A**

UBICAZIONE

VIA BARTOLOMEO ARECCO 2 – 16122 - GENOVA

LOCALIZZAZIONE

CORRIDOIO BIBLIOTECA/AULA MAGNA

PROGETTISTA

ING. SALVATORE CANTARELLA

DATA

GIUGNO 2021

SOMMARIO

1	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	3
1.1	PREMESSA.....	3
1.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E CRITERI DI INTERVENTO	3
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI.....	4
2.1	CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO ESISTENTE.....	5
2.2	MURATURA IN PIETRA NATURALE ESISTENTE.....	5
2.3	CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO ALLEGGERITO	6
2.4	ACCIAIO LAMINATO DA CARPENTERIA METALLICA.....	6
2.5	SALDATURE.....	6
2.6	BULLONATURE.....	7
2.7	ACCIAIO COSTITUENTE LA LAMIERA GRECATA	7
3	RELAZIONE DI CALCOLO.....	7
3.1	ASPETTI SISMICI.....	7
3.2	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	8
3.3	ANALISI DEI CARICHI.....	8
3.3.1	SOLAIO ESISTENTE IN SOLETTA PIENA	8
3.3.2	NUOVO SOLAIO IN LAMIERA GRECATA	9
3.3.3	SCALA IN LAMIERA GRECATA.....	9
3.4	VERIFICA DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE.....	10
3.4.1	VERIFICA DI RESISTENZA NUOVO SOLAIO IN LAMIERA GRECATA	10
3.4.2	VERIFICA DI RESISTENZA BILANCINO APERTURA VARCO TRAVE T3.....	12
3.4.3	VERIFICA DI RESISTENZA TRAVE T1	13
3.4.4	VERIFICA DI RESISTENZA TRAVE T2	14
3.4.5	VERIFICA DI RESISTENZA IMPALCATO RAMPA	17
3.4.6	VERIFICA DI RESISTENZA COSCIALI RAMPA	18
4	PIANO DI MANUTENZIONE.....	19
4.1	INTRODUZIONE.....	19
4.2	MANUALE D'USO	21
4.3	MANUALE DI MANUTENZIONE	22
5	CONCLUSIONI.....	23

1 RELAZIONE ILLUSTRATIVA

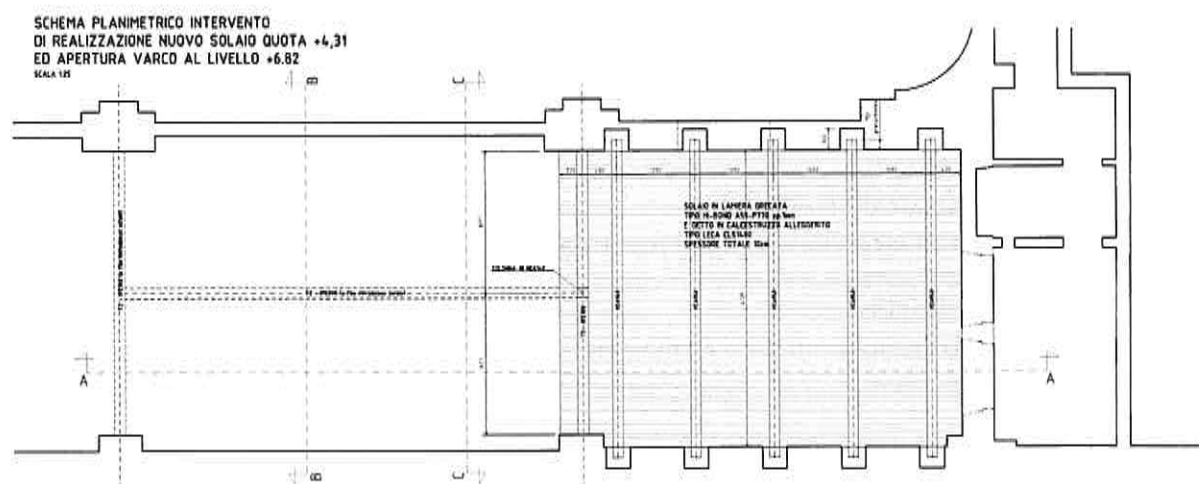
1.1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo è finalizzata a verificare sotto il profilo strutturale gli interventi strutturali connessi ai "Lavori di risanamento conservativo per adeguamento alla normativa antincendio" da realizzare all'interno del complesso scolastico denominato L.S.S. "Leonardo Da Vinci" sito in Via Bartolomeo Arecco civico 2 nel Comune di Genova.-

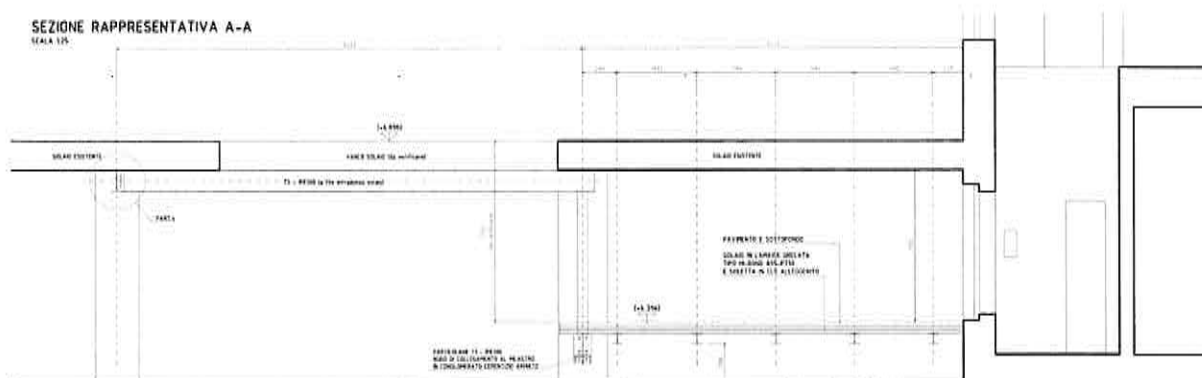
In particolare le opere consistono essenzialmente nella realizzazione di un varco in un solaio esistente per la realizzazione di un collegamento verticale, avente funzione di via di fuga, tra la biblioteca e la soprastante area sicura posta in corrispondenza del piazzale esterno.-

1.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E CRITERI DI INTERVENTO

Trattandosi di un edificio in conglomerato cementizio armato, L'apertura del varco avverrà in corrispondenza del solaio e per tale ragione coinvolgerà le strutture in c.c.a. esistenti. Al fine di sostenere i carichi derivanti dal taglio del solaio e dall'inserimento della nuova scala metallica si prevede quindi di inserire una struttura metallica di rinforzo.-



Gli interventi strutturali a progetto consistono quindi nella realizzazione di una intelaiatura costituita da putrelle metalliche finalizzate a sostenere la reazione di appoggio derivante dal taglio del solaio in quanto la realizzazione del varco prevedrà il taglio del solaio lungo la loro orditura. In quest'ottica la reazione di appoggio sarà garantita da una putrella metallica a profilo aperto della serie IPE300 finalizzata a sostenere la reazione di appoggio del solaio. Detta putrella sarà quindi collegata ad un sistema di rinforzo che convoglierà le sollecitazioni indotte direttamente sulle strutture in elevazione costituite dai pilastri in c.c.a. esistenti a mezzo di un ulteriore sistema di putrelle giustapposte.-



Ulteriore intervento consiste nella realizzazione di un contro-solaio posto in corrispondenza dell'uscita dalla biblioteca e costituito da un impalcato di travi metalliche della serie HEA140, poste con interasse di circa 110cm, con soprastante lamiera grecata e getto di completamento collaborante in calcestruzzo alleggerito e strati a finire.-

La scala metallica sarà realizzata con due profili metallici della serie IPE300 con impalcato anch'esso realizzato in lamiera grecata e getto in calcestruzzo alleggerito con gradini riportati in struttura.-

Per una maggiore descrizione occorre fare riferimento agli elaborati grafici esecutivi di cui la presente relazione è parte integrante.-

1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progettista strutturale delle opere, per i calcoli statici e dinamici ha utilizzato la seguente normative di settore:

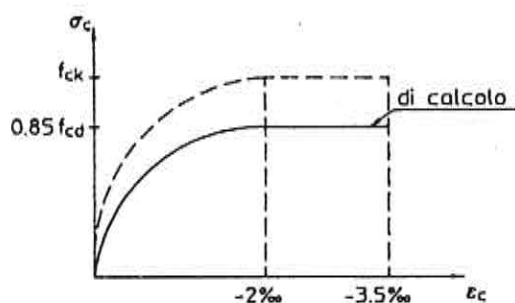
- D.M. Infrastrutture Interni e Protezione Civile 17/01/2018 "Aggiornamento della Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. Infrastrutture Interni e Protezione Civile 14/01/2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Min. Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 2/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".
- D.G.R. n. 1362 del 19/11/2010 ed Allegato circa la nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria;
- UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo";
- Specifiche normative di settore.

2 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Si riportano nel seguito i valori di riferimento dei materiali da adoperare per la realizzazione delle opere ed utilizzati nelle verifiche contenute nella presente relazione.-

2.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO ESISTENTE

Riguardo alla caratterizzazione del calcestruzzo esistente, ai fini del calcolo è stato ipotizzata la presenza di un calcestruzzo avente classe di riferimento C16/20 equivalente a un cls tipo Rck200 in ragione dell'età del manufatto; i valori di riferimento dei parametri meccanici sono riportati nella sottostante tabella.



Classe	f_{ck}	f_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk} (5%)	f_{ctk} (95%)	f_{ctd}	f_{ctm}	E_{cm}	f_{bk}	f_{bd} (*)
C16/20	16	24	9.07	1.90	1.33	2.48	0.89	2.29	28608	3.00	2.00
C20/25	20	28	11.33	2.21	1.55	2.87	1.03	2.65	29962	3.48	2.32
C25/30	25	33	14.17	2.56	1.80	3.33	1.20	3.08	31476	4.04	2.69
C28/35	28	36	15.87	2.77	1.94	3.60	1.29	3.32	32308	4.36	2.90
C32/40	32	40	18.13	3.02	2.12	3.93	1.41	3.63	33346	4.76	3.18

2.2 MURATURA IN PIETRA NATURALE ESISTENTE

Ai fini della determinazione della caratterizzazione dei materiali, si è proceduto a un rilievo materico ragionato sulla struttura esistente parametrizzato all'epoca di realizzazione dell'edificio e dell'effettivo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costituenti i balconi. Di seguito sono riportati i valori nominali di calcolo per i materiali esistenti.-

Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per la tipologia di muratura individuata riferiti alle seguenti caratteristiche: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata.-

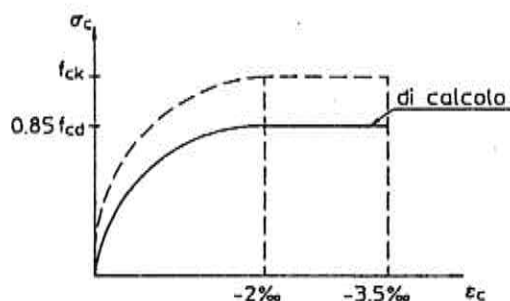
TIPOLOGIA MURATURA	f_m [N/cm ²]	τ_0 [N/cm ²]	E [N/cm ²]	G [N/cm ²]	W [KN/m ³]
	min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame da spacco con buona fessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21

In relazione al livello minimo di conoscenza adottato (LC1) che conduce all'applicazione di un fattore di confidenza 1,35 i valori di calcolo dei parametri della muratura risultano:

TIPOLOGIA MURATURA	f_m [N/cm ²]	τ_0 [N/cm ²]	E [N/cm ²]	G [N/cm ²]	W [KN/m ³]
	min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame da spacco con buona	192,59	4,15	1740	580	21

2.3 CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO ALLEGGERITO

Riguardo alla caratterizzazione del calcestruzzo utilizzato, ai fini del calcolo è stato utilizzato un calcestruzzo avente classe di riferimento C20/25 equivalente a un cls tipo Rck250 sia per la fondazione che per l'elevazione; i valori di riferimento dei parametri meccanici sono riportati nella sottostante tabella.



Classe	f_{ck}	f_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk} (5%)	f_{ctk} (95%)	f_{ctd}	f_{ctm}	E_{cm}	f_{bk}	f_{bd} (*)
C16/20	16	24	9.07	1.90	1.33	2.48	0.89	2.29	28608	3.00	2.00
C20/25	20	28	11.33	2.21	1.55	2.87	1.03	2.65	29962	3.48	2.32
C25/30	25	33	14.17	2.56	1.80	3.33	1.20	3.08	31476	4.04	2.69
C28/35	28	36	15.87	2.77	1.94	3.60	1.29	3.32	32308	4.36	2.90
C32/40	32	40	18.13	3.02	2.12	3.93	1.41	3.63	33346	4.76	3.18

2.4 ACCIAIO LAMINATO DA CARPENTERIA METALLICA

Si stabilisce di utilizzare acciaio laminato di qualità S235 JR EN 10027 (EX FE 360 EN 10025) o superiore.-

Tipo nominale di acciaio	Spessore t (mm)			
	$t < 40$ mm		$40 \text{ mm} < t < 100$ mm	
	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
S235	235	360	215	340
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	490

2.5 SALDATURE

Si stabilisce di utilizzare saldature conformi al D.M. 17/01/2018.-

Su tutte le saldature è stato eseguito un controllo visivo e dimensionale. Le saldature più importanti (ad esempio le saldature delle giunzioni flangiate) sono state controllate a mezzo di particelle magnetiche e/o ultrasuoni. Il filo di saldatura utilizzato è di tipo IT-SG3

(Saldature ad alta resistenza, fino a 600N/mm²), ed ha le seguenti caratteristiche:
 Caratteristiche meccaniche: R=590N/mm² ; S=420N/mm² ; KV (20°C) = 50J
 Composizione chimica media: C = 0.08%; Mn =1.4%; Si = 0.8%; P = 0.02%; S = 0.02%. I saldatori utilizzati per la costruzione delle strutture sono certificati secondo la UNI EN 287/1.-

2.6 BULLONATURE

Si prevede l'utilizzo di bulloni classe 8.8 o superiore.-

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

STATO DI TENSIONE					
CLASSE VITE	f_{tb} (N/mm ²)	f_{yb} (N/mm ²)	$f_{k,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,N}$ (N/mm ²)	$f_{d,V}$ (N/mm ²)
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

2.7 ACCIAIO COSTITUENTE LA LAMIERA GRECATA

Si prevede l'impiego dell'acciaio del tipo A55 P600 Hi-Bond definito dalla norma UNI EN 10147 ed equivalente per le prestazioni meccaniche al tipo Fe 510 prescritto dalle norme UNI CNR 10022, il cui valore della tensione caratteristica allo snervamento si assume pari a $f_{yk} = 355\text{N/mm}^2$.-

Si stabilisce di fare riferimento all'acciaio laminato di qualità S355 JR EN 10027 (EX FE 510 EN 10025).-

Tipo nominale di acciaio	Spessore t (mm)			
	$t < 40$ mm		$40 \text{ mm} < t < 100$ mm	
	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
S235	235	360	215	340
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	490

3 RELAZIONE DI CALCOLO

3.1 ASPETTI SISMICI

Ai sensi della vigente normativa (D.M. 17/01/2018) la determinazione delle azioni sismiche di progetto non è più valutata riferendosi a una zona sismica territorialmente definita bensì sito per sito secondo i valori riportati nell'Allegato B al citato D.M.

Visto l'esiguo peso proprio della struttura, ne deriva che le sollecitazioni per azione sismica sul sistema scala metallica risultano inferiori rispetto alla sollecitazione indotte dalle combinazioni statiche (per cui il sistema barriera stesso è stato testato e quindi

dimensionato).-

Per tale motivo la verifica sismica può essere omessa.

3.2 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi saranno eseguite con riferimento ai soli SLU ed applicando le Norme Tecniche di cui al D.M. 17/01/2018. Gli obiettivi fondamentali saranno quelli di:

- stabilire se la struttura a seguito degli interventi a progetto è in grado di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC;
- determinare l'entità massima delle azioni, nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è in grado di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC.

Ai fini delle verifiche saranno considerate solamente le combinazioni di carico statiche (non sismiche).-

3.3 ANALISI DEI CARICHI

Individuata la tipologia degli elementi resistenti definiamo i carichi agenti sulla struttura riferiti a unità di superficie.-

3.3.1 SOLAIO ESISTENTE IN SOLETTA PIENA

CARICO PERMANENTE STRUTTURALE	
Soletta piena (spessore 25cm)	625daN/mq
CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE	
Pavimento e sottofondo	150daN/mq
Intonaco inferiore	30daN/mq
CARICO ACCIDENTALE	
Accidentale variabile (cat. C1)	300daN/mq
TOTALE CARICHI	1105daN/mq

Combinando opportunamente le azioni tipo permanente ed accidentali con i coefficienti di combinazione imposti dalla normativa di settore si ottiene che le azioni di calcolo risultano:

CARICO PERMANENTE STRUTTURALE	
Soletta piena (spessore 25cm)	$1,30 \times 625\text{daN/mq} = 812,50\text{daN/mq}$
CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE	
Pavimento e sottofondo	$1,50 \times 150\text{daN/mq} = 225\text{daN/mq}$
Intonaco inferiore	$1,50 \times 30\text{daN/mq} = 45\text{daN/mq}$
CARICO ACCIDENTALE	
Accidentale variabile (cat. C1)	$1,50 \times 300\text{daN/mq} = 450\text{daN/mq}$
TOTALE CARICHI	1532,50daN/mq

3.3.2 NUOVO SOLAIO IN LAMIERA GRECATÀ

CARICO PERMANENTE STRUTTURALE	
Peso lamiera grecata	8daN/mq
Getto collaborante	130daN/mq
CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE	
Pavimento e sottofondo	120daN/mq
CARICO ACCIDENTALE	
Accidentale variabile (cat. C1)	300daN/mq
TOTALE CARICHI	558daN/mq

Combinando opportunamente le azioni tipo permanente ed accidentali con i coefficienti di combinazione imposti dalla normativa di settore si ottiene che le azioni di calcolo risultano:

CARICO PERMANENTE STRUTTURALE	
Peso lamiera grecata	$1,30 \times 8\text{daN/mq} = 11\text{daN/mq}$
Getto collaborante	$1,30 \times 130\text{daN/mq} = 170\text{daN/mq}$
CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE	
Pavimento e sottofondo	$1,5 \times 120\text{daN/mq} = 180\text{daN/mq}$
CARICO ACCIDENTALE	
Accidentale variabile (cat. C1)	$1,50 \times 300\text{daN/mq} = 450\text{daN/mq}$
TOTALE CARICHI	811daN/mq

3.3.3 SCALA IN LAMIERA GRECATÀ

CARICO PERMANENTE STRUTTURALE	
Peso lamiera grecata	8daN/mq
Getto collaborante	130daN/mq
CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE	
Rivestimento gradini	50daN/mq
Gradini riportati	80daN/mq
CARICO ACCIDENTALE	
Accidentale variabile (cat. C1)	300daN/mq
TOTALE CARICHI	568daN/mq

Combinando opportunamente le azioni tipo permanente ed accidentali con i coefficienti di combinazione imposti dalla normativa di settore si ottiene che le azioni di calcolo risultano:

CARICO PERMANENTE STRUTTURALE	
Peso lamiera grecata	$1,30 \times 8\text{daN/mq} = 11\text{daN/mq}$
Getto collaborante	$1,30 \times 130\text{daN/mq} = 170\text{daN/mq}$
CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE	
Pavimento e sottofondo	$1,5 \times 80\text{daN/mq} = 120\text{daN/mq}$
Gradini riportati	$1,50 \times 130\text{daN/mq} = 195\text{daN/mq}$
CARICO ACCIDENTALE	
Accidentale variabile (cat. C1)	$1,50 \times 300\text{daN/mq} = 450\text{daN/mq}$

TOTALE CARICHI	934daN/mq
----------------	-----------

3.4 VERIFICA DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE

3.4.1 VERIFICA DI RESISTENZA NUOVO SOLAIO IN LAMIERA GRECATA

Come anticipato in premessa trattasi di un impalcato costituito da putrelle metalliche a profilo aperto della serie HEA140 poste con interasse reciproco di circa 110cm, con soprastante lamiera grecata e getto collaborante.-

Ai fini del calcolo della lamiera grecata faremo riferimento alle schede tecniche della ditta fornitrice, nell'ipotesi di trave continua con carico uniformemente distribuito. Si ricorda che il carico utile è pari a 420daN/mq corrispondente a 4,20KN/mq.-

H Soletta Slab Dalle Decke mm	Spessore Thickness Epaisseur Stärke mm	Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m ² - Useful overload evenly distributed KN/m ² Surcharge utile uniformément répartie KN/m ² - Nutzlast gleichmassig verteilt KN/m ²													
		1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
10	0,70	3,59	3,43	3,29	3,17	3,06	2,96	2,87	2,78	2,71	2,64	2,51	2,40	2,22	1,88
	0,80	3,86	3,68	3,53	3,40	3,28	3,17	3,07	2,98	2,90	2,82	2,69	2,57	2,26	1,88
	1,00	4,34	4,14	3,96	3,81	3,67	3,55	3,43	3,33	3,24	3,15	3,00	2,83	2,26	1,88
	1,20	4,78	4,55	4,35	4,18	4,02	3,88	3,76	3,64	3,54	3,44	3,23	2,83	2,26	1,88
11	0,70	3,49	3,37	3,25	3,15	3,05	2,97	2,89	2,81	2,75	2,68	2,57	2,47	2,30	1,88
	0,80	3,76	3,62	3,49	3,38	3,28	3,18	3,10	3,02	2,94	2,87	2,75	2,64	2,45	2,08
	1,00	4,24	4,07	3,93	3,80	3,68	3,57	3,47	3,38	3,29	3,21	3,07	2,95	2,50	2,08
	1,20	4,67	4,48	4,32	4,17	4,03	3,91	3,80	3,70	3,60	3,52	3,36	3,13	2,50	2,08
12	0,70	3,39	3,29	3,20	3,11	3,03	2,96	2,89	2,82	2,76	2,71	2,60	2,51	2,35	2,22
	0,80	3,65	3,54	3,44	3,34	3,25	3,17	3,10	3,03	2,96	2,90	2,79	2,69	2,52	2,27
	1,00	4,12	3,99	3,87	3,76	3,66	3,56	3,48	3,40	3,32	3,25	3,12	3,01	2,72	2,27
	1,20	4,55	4,40	4,26	4,13	4,02	3,91	3,82	3,72	3,64	3,56	3,42	3,29	2,72	2,27
13	0,70	3,29	3,21	3,13	3,06	2,99	2,93	2,87	2,81	2,76	2,71	2,62	2,53	2,39	2,26
	0,80	3,55	3,45	3,37	3,29	3,21	3,14	3,08	3,02	2,96	2,91	2,81	2,71	2,56	2,42
	1,00	4,01	3,90	3,80	3,71	3,62	3,54	3,46	3,39	3,33	3,26	3,15	3,04	2,86	2,43
	1,20	4,42	4,30	4,18	4,08	3,98	3,89	3,80	3,72	3,65	3,58	3,45	3,33	2,92	2,43

I valori in colore non prevedono limitazione di freccia $f < l/240$ (1^a fase) - Values indicated in color are calculated without deflection limitation $f < l/240$ (1st phase)
 • Les valeurs imprimées en couleur sont sans limitation de flèche $f < l/240$ (1^{ère} phase) - Die in Farbe angegebenen Werte sehen keine Begrenzung der Durchbiegung vor $f < l/240$ (1. phase).

Come si evince dalla tabella la lamiera grecata spessore 10/10 con interasse tra gli appoggi pari a 1,50m, e quindi inferiore a quello di progetto, assicura un carico utile pari a 4,34KN/mq nell'ipotesi di struttura continua. La lamiera grecata con getto collaborante è da ritenersi verificata.-

Verifichiamo adesso le putrelle metalliche.-

Le putrelle metalliche sono poste con interasse reciproco di circa 110cm e quindi sotto tali ipotesi il carico sulla singola putrella è pari a:

$$q = 811 \text{ daN/mq} \times 1,10 \text{ m} = 895 \text{ daN/m}$$

Verifichiamo la struttura principale in HEA140 nell'ipotesi di trave semplicemente appoggiata di luce pari a 435cm con carico uniformemente ripartito di intensità pari a 895daN/m.-

Applicando le note formule della Scienza delle Costruzioni risultano le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

$$M_{ed} = 211695 \text{ daNcm}$$

$$V_{ed} = 1947 \text{ daN}$$

Doppio T Laminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato AcciaioClis Normativa: NTC ?

☐ IPE ☐ IPN ☐ HEAA ☐ HL ☐ Acciaio S275 (Fe430) f_y (N/mm2) 275 f_u 430

☒ HEA ☐ IPEA ☐ HEX ☐ UB ☐ LUNGHEZZA DI LIBERA INFLESSIONE [m]

☐ HEB ☐ IPEO ☐ HD ☐ UC ☐ Ordina per W_y I_y g I_{0y} 0 I_{0z} 0

☐ HEM ☐ IPEX ☐ HP ☐ W N_{ed} [kN] 0

Aggiorna Tabella

designazione	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	t _w (mm)	t _f (mm)	r ₁ (mm)
HE 100 A	16,7	96	100	5,00	8,00	12,0
HE 120 A	19,9	114	120	5,00	8,00	12,0
HE 140 A	24,7	133	140	5,50	8,50	12,0
HE 160 A	30,4	152	160	6,00	9,00	15,0
HE 180 A	36,0	171	180	6,00	9,50	15,0
HE 200 A	42,3	190	200	6,50	10,00	18,0

HE 140 A

N_{ed} [kN] 822,9 M_{ed} [kNm] 45,44

$N_{pl,Rd}$ [kN] 822,9 $M_{pl,Rd}$ [kNm] 22,22

V_{ed} [kN] 153,1 $V_{pl,Rd}$ [kN] 359,9

g (Kg/m): 24,7 r_2 (mm): 0

h (mm): 133 A (cm²): 31,42 i_y (cm): 5,73 i_z (cm): 3,52

b (mm): 140 I_y (cm⁴): 1 033 I_z (cm⁴): 389,3 I_T (cm⁴): 8,13

t_w (mm): 5,5 W_y (cm³): 155,4 W_z (cm³): 55,62 I_w (cm⁶): 15 060

t_f (mm): 8,5 $W_{pl,y}$ (cm³): 173,5 $W_{pl,z}$ (cm³): 84,85

r_1 (mm): 12

Classe Sezione

Compressione 1

Flessione My 1

Flessione Mz 1

Plesso-Flessione 1

Verifiche

Plesso Flessione

Svergolamento

Eseguiamo adesso le verifiche di resistenza delle membrature.-

HEA140 – classe 1 – $W_{pl}=173,5 \text{ cm}^3$

Ai fini delle verifiche si adotta il metodo plastico (cfr. par.4.2.3.2)

la tensione di calcolo vale $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 275 / 1,05 = 262 \text{ N/mm}^2$

il momento resistente vale $M_{Rd} = W_{pl} \times f_{yd} = 454570 \text{ daNcm}$, quindi:

$$M_{ed} / M_{Rd} = 0,46 < 1$$

In termini di resistenza alla flessione retta il momento resistente risulta più che sufficiente a garantire ampi margini di sicurezza alla struttura in opera.-

La resistenza di calcolo a taglio V_{cRd} vale $A_v f_{yd} / 1,73$

Per il profilo in esame $A_v=10,12 \text{ cm}^2$ e quindi risulta:

$$V_{cRd} = 10,12 \times 2620 / 1,73 = 15326 \text{ daN}$$

$$V_{ed} / V_{cRd} = 0,13 < 1$$

In termini di resistenza allo sforzo di taglio la resistenza offerta dal profilo risulta più che sufficiente a garantire ampi margini di sicurezza alla struttura in opera.-

In termini di deformazione risulta che la freccia sotto carichi totali è pari a 1,32cm corrispondente a $L/330$ e sotto carichi accidentali pari a 0,71cm corrispondente a $L/613$. Anche a deformazione la struttura è verificata.-

Verifichiamo adesso la tensione agente in corrispondenza della presa nella muratura.-

La tensione agente sull'appoggio, nell'ipotesi di una profondità di foro pari a 30cm ed una larghezza pari a 15cm risulta di:

$$\sigma = 2 \times 1947 \text{ daN} / (15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}) = 5,192 \text{ daN/cm}^2$$

La tensione di appoggio nella muratura risulta essere compatibile con i valori di riferimento proposti dalla norma considerati pari a 6,42 daN/cm².-

Le membrature costituenti il nuovo solaio risultano verificate sotto tutti gli aspetti valutati nel presente documento.-

3.4.2 VERIFICA DI RESISTENZA BILANCINO APERTURA VARCO TRAVE T3

Dalla modellazione eseguita con elaboratore elettronico sono risultate le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

$$M_{ed} = 842.800 \text{ daNcm}$$

$$V_{ed} = 5235 \text{ daN}$$

Doppio T Laminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato Acciaio CIs Normativa: NTC ?

☒ IPE ☐ IPN ☐ HEAA ☐ HL ☐ Ordina per ☐ Wy ☐ ly ☐ g

☐ HEA ☐ IPEA ☐ HEX ☐ UB

☐ HEB ☐ IPEO ☐ HD ☐ UC

☐ HEM ☐ IPEX ☐ HP ☐ W

Acciaio S275 (Fe430) fy (N/mm2) 275 fu 430

Lunghezze di libera inflessione (m) l0y 0 l0z 0

N- [kN] 0

Aggiorna Tabella

designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
IPE 220	26,2	220	110	5,90	9,20	12,1
IPE 240	30,7	240	120	6,20	9,80	15,1
IPE 270	36,1	270	135	6,60	10,20	15,1
IPE 300	42,2	300	150	7,10	10,70	15,1
IPE 330	49,1	330	160	7,50	11,50	18,1
IPE 360	57,1	360	170	8,00	12,70	18,1

Plotte

IPE 300

N- [kN] 1 409 M- [kNm] 164,6

N- [kN] 1 409 M- [kNm] 32,79

V- [kN] 399,3 V- [kN] 485,4

g (Kg/m): 42,2

h (mm): 300 i2 (mm): 0

b (mm): 150 A (cm2): 53,81 iy (cm): 12,46 iz (cm): 3,35

tw (mm): 7,1 ly (cm4): 8 356 lz (cm4): 603,8 It (cm4): 20,12

tf (mm): 10,7 Wy (cm3): 557,1 Wz (cm3): 80,5 Iw (cm6): 125 900

r1 (mm): 15 Wpl,y (cm3): 628,4 Wpl,z (cm3): 125,2

Classe Sezione

Compressione 2

Flessione My 1

Flessione Mz 1

Presso-Flessione 1

Verifiche

Presso Flessione

Svergolamento

Eseguiamo adesso le verifiche di resistenza delle membrature.-

$$\text{IPE300} - \text{classe 1} - W_{pl} = 628,4 \text{ cm}^3$$

Ai fini delle verifiche si adotta il metodo plastico (cfr. par.4.2.3.2)

$$\text{la tensione di calcolo vale } f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 275 / 1,05 = 262 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{il momento resistente vale } M_{Rd} = W_{pl} \times f_{yd} = 1.646.408 \text{ daNcm, quindi:}$$

$$M_{ed} / M_{Rd} = 0,51 < 1$$

In termini di resistenza alla flessione retta il momento resistente risulta più che sufficiente a garantire ampi margini di sicurezza alla struttura in opera.-

$$\text{La resistenza di calcolo a taglio } V_{CRd} \text{ vale } A_v f_{yd} / 1,73$$

Per il profilo in esame $A_v = 25,68 \text{ cm}^2$ e quindi risulta:

$$V_{cRd} = 25,68 \times 2620 / 1,73 = 38.891 \text{ daN}$$

$$V_{ED} / V_{cRd} = 0,13 < 1$$

In termini di deformazione risulta che la freccia sotto carichi totali è pari a 2,31cm corrispondente a L/432.-

3.4.3 VERIFICA DI RESISTENZA TRAVE T1

Dalla modellazione eseguita con elaboratore elettronico sono risultate le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

$$M_{ed} = 807.900 \text{ daNcm}$$

$$V_{ed} = 8904 \text{ daN}$$

Doppio T Laminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato AcciaioClis Normativa: NTC ?

☒ IPE ☐ IPN ☐ HEAA ☐ HL ☐ HEA ☐ IPEA ☐ HEX ☐ UB ☐ HEB ☐ IPEO ☐ HD ☐ UC ☐ HEM ☐ IPEX ☐ HP ☐ W

Ordina per: ☒ Wy ☐ ly ☐ g

Acciaio: S275 (Fe430) fy (N/mm2): 275 fu: 430

Lunghezze di libera inflessione (m): l0y: 0 l0z: 0

N... [kN]: 0

Aggiorna Tabella

designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
IPE 220	26,2	220	110	5,90	9,20	12,1
IPE 240	30,7	240	120	6,20	9,80	15,1
IPE 270	36,1	270	135	6,60	10,20	15,1
IPE 300	42,2	300	150	7,10	10,70	15,1
IPE 330	49,1	330	160	7,50	11,50	18,1
IPE 360	57,1	360	170	8,00	12,70	18,1

Plotta

Classe Sezione: Compressione: 2 Flessione My: 1 Flessione Mz: 1 Presso-Flessione: 1

Verifiche: Presso Flessione Svergolamento

IPE 300

N... [kN]: 1.409 M... [kNm]: 164,6

N... [kN]: 1.409 M... [kNm]: 32,79

V... [kN]: 388,3 V... [kN]: 485,4

g (Kg/m): 42,2 h (mm): 300 r2 (mm): 0

b (mm): 150 A (cm2): 53,81 iy (cm): 12,46 iz (cm): 3,35

tw (mm): 7,1 ly (cm4): 8.356 lz (cm4): 603,8 It (cm4): 20,12

tf (mm): 10,7 Wy (cm3): 557,1 Wz (cm3): 80,5 Iw (cm6): 125.900

r1 (mm): 15 Wpl,y (cm3): 628,4 Wpl,z (cm3): 125,2

Eseguiamo adesso le verifiche di resistenza delle membrature.-

$$\text{IPE300} - \text{classe 1} - W_{pl} = 628,4 \text{ cm}^3$$

Ai fini delle verifiche si adotta il metodo plastico (cfr. par.4.2.3.2)

$$\text{la tensione di calcolo vale } f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 275 / 1,05 = 262 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{il momento resistente vale } M_{Rd} = W_{pl} \times f_{yd} = 1.646.408 \text{ daNcm, quindi:}$$

$$M_{ED} / M_{RD} = 0,49 < 1$$

In termini di resistenza alla flessione retta il momento resistente risulta più che sufficiente a garantire ampi margini di sicurezza alla struttura in opera.-

$$\text{La resistenza di calcolo a taglio } V_{cRd} \text{ vale } A_v f_{yd} / 1,73$$

Per il profilo in esame $A_v = 25,68 \text{ cm}^2$ e quindi risulta:

$$V_{cRd} = 25,68 \times 2620 / 1,73 = 38.891 \text{ daN}$$

$$V_{ED} / V_{cRd} = 0,22 < 1$$

In termini di deformazione risulta che la freccia sotto carichi totali è pari a 3,56cm corrispondente a L/280.-

3.4.4 VERIFICA DI RESISTENZA TRAVE T2

Dalla modellazione eseguita con elaboratore elettronico sono risultate le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

$$M_{ed} = 793.500 \text{ daNcm}$$

$$V_{ed} = 5710 \text{ daN}$$

Doppio T Laminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato Acciaio CIs Normativa: NTC ?

☒ IPE ☐ IPN ☐ HEAA ☐ HL ☐ Ordina per ☒ Wy ☐ ly ☐ q

☐ HEA ☐ IPEA ☐ HEX ☐ UB

☐ HEB ☐ IPEO ☐ HD ☐ UC

☐ HEM ☐ IPEX ☐ HP ☐ W

Acciaio S275 (Fe430) fy (N/mm2) 275 fu 430

Lunghezze di libera inflessione (m) l0y 0 l0z 0

N- [kN] 0

Aggiorna Tabella

designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
IPE 220	26,2	220	110	5,90	9,20	12,0
IPE 240	30,7	240	120	6,20	9,80	15,0
IPE 270	36,1	270	135	6,60	10,20	15,0
IPE 300	42,2	300	150	7,10	10,70	15,0
IPE 330	49,1	330	160	7,50	11,50	18,0
IPE 360	57,1	360	170	8,00	12,70	18,0

Plotta

IPE 300

N- [kN] 1 409 M- [kNm] 164,6

N- [kN] 1 409 M- [kNm] 32,79

V- [kN] 388,3 V- [kN] 485,4

g (Kg/m): 42,2 h (mm): 300 r2 (mm): 0

b (mm): 150 A (cm2): 53,81 iy (cm): 12,46 iz (cm): 3,35

tw (mm): 7,1 ly (cm4): 8 356 lz (cm4): 603,8 It (cm4): 20,12

tf (mm): 10,7 Wy (cm3): 557,1 Wz (cm3): 80,5 lw (cm6): 125 900

r1 (mm): 15 Wpl,y (cm3): 628,4 Wpl,z (cm3): 125,2

Classe Sezione

Compressione 2

Flessione My 1

Flessione Mz 1

Presso-Flessione 1

Verifiche

Presso Flessione

Svergolamento

Eseguiamo adesso le verifiche di resistenza delle membrature.-

IPE300 – classe 1 – $W_{pl} = 628,4 \text{ cm}^3$

Ai fini delle verifiche si adotta il metodo plastico (cfr. par.4.2.3.2)

la tensione di calcolo vale $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 275 / 1,05 = 262 \text{ N/mm}^2$

il momento resistente vale $M_{Rd} = W_{pl} \times f_{yd} = 1.646.408 \text{ daNcm}$, quindi:

$$M_{ed} / M_{Rd} = 0,48 < 1$$

In termini di resistenza alla flessione retta il momento resistente risulta più che sufficiente a garantire ampi margini di sicurezza alla struttura in opera.-

La resistenza di calcolo a taglio V_{cRd} vale $A_v f_{yd} / 1,73$

Per il profilo in esame $A_v = 25,68 \text{ cm}^2$ e quindi risulta:

$$V_{cRd} = 25,68 \times 2620 / 1,73 = 38.891 \text{ daN}$$

$$V_{ed} / V_{cRd} = 0,15 < 1$$

In termini di deformazione risulta che la freccia sotto carichi totali è pari a 3,41cm corrispondente a $L/293$.-

Trave 3

Tipo di profilo: IPE 300

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 224.8 x 450.0 x 10.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 16 \text{ mm}$ $A_{res} = 156.8 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_m = 24 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_0 = 17 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 430 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 5 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
5.1	36577.5	21944.6	0.0	0.0	0.0	0.0
5.2	57098.5	39488.6	0.0	0.0	0.0	0.0
5.3	24929.8	13983.5	0.0	0.0	0.0	0.0
5.4	45450.8	31527.4	0.0	0.0	0.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 90333.1 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_r \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 155621.9 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	10249.1	10249.1
2	16103.7	16103.7
3	16103.7	16103.7
4	10249.1	10249.1
5	16103.7	16103.7
6	16103.7	16103.7

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 60222.1 \text{ N}$$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	55040.0	55040.0	91366.4	60222.1
2	55040.0	55040.0	91366.4	60222.1
3	55040.0	55040.0	91366.4	60222.1
4	55040.0	55040.0	91366.4	60222.1
5	55040.0	55040.0	91366.4	60222.1
6	55040.0	55040.0	91366.4	60222.1

Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_r / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_r / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y

Verifica formula (4.2.85) (Elemento non caricato)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV ₂	VER ₂
Ala inferiore esterno	0.00	0.00	0.00	0.00	Ok
Ala inferiore interno lato destro	0.00	0.00	0.00	0.00	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	0.00	0.00	0.00	0.00	Ok
Anima lato destro	0.00	0.00	0.00	0.00	Ok
Anima lato sinistro	0.00	0.00	0.00	0.00	Ok
Ala superiore interno lato destro	0.00	0.00	0.00	0.00	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	0.00	0.00	0.00	0.00	Ok

Legenda n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 192.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 233.75 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa**Sezione parallela a X a filo della trave nella zona inferiore**

La zona inferiore della piastra non è sollecitata a compressione

Sezione parallela a Y a filo della trave

Le zone laterali della piastra non sono sollecitate a compressione

Ancoraggio**Tirafondi ad aderenza**Lunghezza tirafondi $L_t = 600 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (640 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	30.00 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	14.11 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	1.79 N/mm ²
Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo	$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_c =$	2.69 N/mm ²

Compressione massima calcestruzzo (Elemento non caricato)

$$p_{max} = 0.00 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

$$\text{Trazione di progetto dell'ancoraggio} \quad F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] = 16103.7 \text{ N}$$

$$\text{Resistenza a trazione per aderenza} \quad F_{t,ad,Rd} = L_t \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 81008.6 \text{ N}$$

$$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$$

3.4.5 VERIFICA DI RESISTENZA IMPALCATO RAMPA

Come anticipato in premessa trattasi di un impalcato costituito da lamiera grecata e getto collaborante.-

L'interasse dei cosciali è pari a circa 150cm.

Ai fini del calcolo consideriamo la soletta come una trave semplicemente appoggiata di luce pari a 1,50m soggetta ad un carico uniformemente distribuito di intensità pari a 568daN/mq che depurato dal peso proprio è pari a 430daN/mq, pari a 4,30KN/mq.-

Ai fini del calcolo della lamiera grecata faremo riferimento alle schede tecniche

della ditta fornitrice.-

TIPO A 55/P 600 - HI-BOND

HI-BOND TYPE A 55/P 600

Luce massima in metri per solai HI-BOND - Max spans in meters - Max entr'axes en metres -

Max spannweite in metern

H Soletta Slab Dalle Decke (mm)	Spessore Thickness Epaisseur Stärke (mm)	Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m ² - Useful overload evenly distributed KN/m ² Surcharge utile uniformement repartie KN/m ² - Nutzlast gleichmassig verteilt KN/m ²													
		1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
10	0,70	3,30	3,18	3,07	2,97	2,88	2,79	2,72	2,64	2,58	2,52	2,41	2,31	2,15	1,88
	0,80	3,55	3,42	3,29	3,18	3,08	2,99	2,91	2,83	2,76	2,69	2,56	2,44	2,26	1,88
	1,00	4,01	3,85	3,70	3,57	3,39	3,24	3,12	3,01	2,91	2,83	2,69	2,57	2,26	1,88
	1,20	4,41	4,23	3,94	3,71	3,53	3,37	3,24	3,13	3,03	2,95	2,80	2,68	2,26	1,88
11	0,70	3,20	3,10	3,01	2,93	2,85	2,78	2,72	2,65	2,60	2,54	2,44	2,36	2,21	2,08
	0,80	3,44	3,34	3,24	3,15	3,06	2,98	2,91	2,85	2,78	2,73	2,62	2,52	2,36	2,08
	1,00	3,89	3,76	3,64	3,54	3,44	3,35	3,27	3,19	3,12	3,05	2,93	2,80	2,50	2,08
	1,20	4,29	4,14	4,01	3,89	3,78	3,67	3,53	3,41	3,30	3,21	3,04	2,91	2,50	2,08
12	0,70	3,09	3,02	2,94	2,87	2,81	2,75	2,70	2,64	2,59	2,55	2,46	2,38	2,24	2,13
	0,80	3,33	3,25	3,17	3,09	3,02	2,96	2,89	2,84	2,78	2,73	2,64	2,55	2,40	2,27
	1,00	3,77	3,66	3,57	3,48	3,40	3,33	3,25	3,19	3,13	3,07	2,96	2,86	2,69	2,27
	1,20	4,15	4,04	3,93	3,83	3,74	3,65	3,57	3,50	3,43	3,36	3,24	3,13	2,72	2,27
13	0,70	2,99	2,93	2,87	2,81	2,76	2,71	2,66	2,62	2,58	2,53	2,46	2,39	2,27	2,16
	0,80	3,22	3,15	3,09	3,03	2,91	2,91	2,86	2,81	2,77	2,72	2,64	2,56	2,43	2,31
	1,00	3,65	3,56	3,49	3,41	3,35	3,28	3,22	3,16	3,11	3,06	2,96	2,88	2,72	2,43
	1,20	4,03	3,93	3,84	3,75	3,68	3,61	3,54	3,48	3,42	3,36	3,25	3,15	2,92	2,43

Come si evince dalla tabella la lamiera grecata spessore 10/10 con interasse tra gli appoggi pari a 1,50m, e quindi inferiore a quello di progetto, assicura un carico utile pari a 4,41KN/mq nell'ipotesi di struttura continua. La lamiera grecata con getto collaborante è da ritenersi verificata.-

3.4.6 VERIFICA DI RESISTENZA COSCIALI RAMPA

Dalla modellazione eseguita con elaboratore elettronico sono risultate le seguenti caratteristiche di sollecitazione:

$$M_{ed} = 484,100 \text{ daNcm}$$

$$V_{ed} = 4542 \text{ daN}$$

Doppio TLaminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato AcciaioClis Normativa: NTC ?

☒ IPE ☐ IPN ☐ HEAA ☐ HL ☐ Ordina per ☐ W_y ☐ W_z ☐ g

☐ HEA ☐ IPEA ☐ HEX ☐ UB

☐ HEB ☐ IPEO ☐ HD ☐ UC

☐ HEM ☐ IPEX ☐ HP ☐ W

Acciaio: S275 (Fe430) f_y (N/mm²) 275 f_u 430

Lunghezze di libera inflessione [m]

0_y 0 0_z 0

N_{...} [kN] 0

Aggiorna Tabella

designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
IPE 220	26,2	220	110	5,90	9,20	12,1
IPE 240	30,7	240	120	6,20	9,80	15,1
IPE 270	36,1	270	135	6,60	10,20	15,1
IPE 300	42,2	300	150	7,10	10,70	15,1
IPE 330	49,1	330	160	7,50	11,50	18,1
IPE 360	57,1	360	170	8,00	12,70	18,1
IPE 400	66,3	400	180	8,50	13,50	21,1

Plotta

IPE 300

N_{...} [kN] 1 409 M_{...} [kNm] 164,6

N_{...} [kN] 1 409 M_{...} [kNm] 32,79

V_{...} [kN] 388,3 V_{...} [kN] 485,4

g (Kg/m): 42,2

h (mm): 300

b (mm): 150

tw (mm): 7,1

tf (mm): 10,7

r1 (mm): 15

r2 (mm): 0

A (cm²): 53,81

I_y (cm⁴): 8 356

W_y (cm³): 557,1

W_{pl,y} (cm³): 628,4

I_z (cm⁴): 603,8

W_z (cm³): 80,5

W_{pl,z} (cm³): 125,2

iz (cm): 3,35

It (cm⁴): 20,12

Iw (cm⁶): 125 900

Classe Sezione

Compressione 2

Flessione My 1

Flessione Mz 1

Presso-Flessione 1

Verifiche

Presso Flessione

Svergolamento

Eseguiamo adesso le verifiche di resistenza delle membrature.-

IPE300 – classe 1 – $W_{pl}=628,4\text{cm}^3$

Ai fini delle verifiche si adotta il metodo plastico (cfr. par.4.2.3.2)

la tensione di calcolo vale $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 275 / 1,05 = 262\text{N/mm}^2$

il momento resistente vale $M_{Rd} = W_{pl} \times f_{yd} = 1.646.408\text{daNcm}$, quindi:

$$M_{ED} / M_{RD} = 0,29 < 1$$

In termini di resistenza alla flessione retta il momento resistente risulta più che sufficiente a garantire ampi margini di sicurezza alla struttura in opera.-

La resistenza di calcolo a taglio V_{cRd} vale $A_v f_{yd} / 1,73$

Per il profilo in esame $A_v=25,68\text{cm}^2$ e quindi risulta:

$$V_{cRd} = 25,68 \times 2620 / 1,73 = 38.891\text{daN}$$

$$V_{ED} / V_{cRD} = 0,11 < 1$$

In termini di deformazione risulta che la freccia sotto carichi totali è pari a $L/221$.-

4 PIANO DI MANUTENZIONE

4.1 INTRODUZIONE

I documenti costituenti il Piano di Manutenzione, ai sensi dell'art. 38 del D.P.R. 207/2010, sono i seguenti:

- il manuale d'uso;
- il manuale di manutenzione;
- il programma di manutenzione.

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti significative del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità per la migliore utilizzazione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione;
- d) le modalità di uso corretto.

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti significative del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
- d) il livello minimo delle prestazioni;
- e) le anomalie riscontrabili;
- f) le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
- g) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli ed interventi ad eseguire, a scadenze temporali o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione dell'opera e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola, nei casi dove si ritiene applicabile tale metodologia, in sottoprogrammi delle prestazioni, dei controlli e degli interventi.

Il programma di manutenzione contiene sostanzialmente:

- a) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
- b) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche comprendenti, ove necessario, anche quelle geodetiche, topografiche e fotogrammetriche, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- c) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione, in considerazione delle scelte effettuate dall'esecutore in sede di

realizzazione dei lavori e delle eventuali varianti approvate dal direttore dei lavori, che ne ha verificato validità e rispondenza alle prescrizioni contrattuali, sono sottoposte a cura del direttore dei lavori medesimo al necessario aggiornamento, al fine di rendere disponibili, all'atto della consegna delle opere ultimate, tutte le informazioni necessarie sulle modalità per la relativa manutenzione e gestione di tutte le sue parti, delle attrezzature e degli impianti.

Le cadenze riportate nei documenti del Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti sono indicative ad opere analoghe e potranno subire variazioni in merito a particolari esigenze manutentive dell'Ente gestore.

Il programma di manutenzione è redatto sulla base delle indicazioni che lo stato dell'arte e la normativa tecnica consigliano, ed è atto a garantire la conservazione dell'opera e lo svolgimento corretto delle funzioni per la quale è destinata, rendendo minimi i disagi per l'utente.

Facendo riferimento all'intervento in oggetto, si individuano essenzialmente le seguenti Unità Tecnologiche:

- 1) SCALA METALLICA;

4.2 MANUALE D'USO

STRUTTURE IN ACCIAIO

DESCRIZIONE: Strutture orizzontali e verticali in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

COLLOCAZIONE: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

MODALITÀ D'USO: Le membrature metalliche in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA: Vedi disegni esecutivi allegati.

PRESTAZIONI: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

DESCRIZIONE: Strutture verticali in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire al piano di fondazione le sollecitazioni statiche e sismiche trasmesse dai piani della sovrastruttura.

MODALITÀ D'USO: le travi e le colonne in acciaio sono elementi strutturali progettati per resistere a fenomeni di flessione e taglio nei confronti dei carichi di progetto ad essi applicati, mantenendo livelli accettabili di deformazione.

4.3 MANUALE DI MANUTENZIONE

STRUTTURE IN ACCIAIO

Controllo a cura di personale specializzato

DESCRIZIONE: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.

CAUSE: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.

EFFETTO: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

VALUTAZIONE: Moderata

RISORSE NECESSARIE: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

ESECUTORE: Ditta specializzata

CORROSIONE O PRESENZA DI RUGGINE

DESCRIZIONE: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

CAUSE: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

EFFETTO: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

VALUTAZIONE: Grave

RISORSE NECESSARIE: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

ESECUTORE: Ditta specializzata

DEFORMAZIONI O DISTORSIONI

DESCRIZIONE: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.

CAUSE: Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

EFFETTO: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

VALUTAZIONE: Grave

RISORSE NECESSARIE: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisorie.

ESECUTORE: Ditta specializzata

IMBOZZAMENTI LOCALI

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

CAUSE: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

EFFETTO: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

VALUTAZIONE: Grave

RISORSE NECESSARIE: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

ESECUTORE: Ditta specializzata

5 CONCLUSIONI

Le verifiche di sicurezza risultano ampiamente soddisfatte in quanto la resistenza offerta dalle membrature e dai collegamenti risultano ampiamente superiori alle azioni e sollecitazioni agenti.-

Per una maggiore descrizione degli interventi occorre fare riferimento agli elaborati grafici esecutivi di cui la presente relazione è parte integrante.-

Quanto sopra ad esaurimento dell'incarico ricevuto e confermando la massima disponibilità per eventuali chiarimenti e/o integrazioni.-

Chiavari, li giugno 2021.-

Il tecnico incaricato
Ing. Salvatore Cantarella

ALLEGATI:

- ELABORAZIONE FEM

