

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

Comune: Forlì (FC)

Proprietà: Comune di FORLÌ'

Oggetto: CONCESSIONE DELLA GESTIONE DEI SERVIZI ENERGETICI DEGLI EDIFICI DEL COMUNE DI FORLÌ MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI E DEGLI IMPIANTI: MIGLIORAMENTO SISMICO SCUOLA "LA RONDINE"

Data: 11/10/2022

Progettista:

CONCESSIONE DELLA GESTIONE DEI SERVIZI ENERGETICI DEGLI EDIFICI DEL COMUNE DI FORLI' MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI E DEGLI IMPIANTI: MIGLIORAMENTO SISMICO

SCUOLA "LA RONDINE"

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

7.1 DESCRIZIONE SISTEMA STRUTTURALE

L'edificio in oggetto, così come gli altri 4 edifici scolastici da noi studiati, risulta ad un solo piano fuori terra con superficie coperta di circa 570 mq ed è stato realizzato nella prima metà degli anni '70 dalla Impresa "Prefabbricazione Srl" di Rimini ed è caratterizzato dall'impiego di un sistema strutturale di prefabbricazione denominato "Standard Scuole", ma con pilastri in c.a. gettati in opera.

Le scuole La Rondine, Gobetti e il Quadrifoglio condividono lo stesso sistema strutturale e coincidono anche per quanto riguarda lo schema planimetrico. Per la Gobetti è stata reperita una documentazione tecnica illustrativa di tutti gli elementi strutturali, tale da poter essere di riferimento anche per gli altri due edifici, per il quale, invece, sono stati recuperati unicamente elaborati frammentari. Nell'ambito della documentazione generale sul Sistema Standard Scuole, sono stati reperiti inoltre documenti tecnici relativi ai pannelli perimetrali - gli stessi del sistema STM - che in questo sistema strutturale non assolvono mai funzione strutturale di sostegno dei solai.

Per questa tipologia di edifici è stata svolta una completa indagine visiva che ha consentito di riscontrare la totale corrispondenza degli elementi strutturali in opera con quanto indicato nei documenti tecnici, salvo quanto di seguito verrà precisato circa la esecuzione dei collegamenti fra gli elementi strutturali.

L'edificio scolastico si compone di un corpo di fabbrica che presenta in pianta una forma di "Z". Le dimensioni massime in pianta sono circa 33.15 x 23.55 m e l'altezza fuori terra è di 3.50 m circa. Nell'edificio scolastico trovano spazio le zone destinate ad attività didattiche quali aule e laboratori, le attività di segreteria e di direzione, le attività di aggregazione, i servizi e i dormitori. L'edificio presenta un piano utile fuori terra e due solai orizzontali, quello di calpestio del piano terra e quello di copertura; non presenta zone interrato destinate a deposito. Sono altresì presenti n. 2 tettoie in metallo strutturalmente sconnesse dall'edificio stesso.

7.2 INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRINCIPALI NEL SISTEMA STANDARD SCUOLE

Il sistema Standard Scuole è costituito da:

- fondazioni a plinti isolati gettati in opera;
- Pilastri in c.a. gettati in opera di dimensioni 30x60 sotto il solaio di calpestio e 30x30 nel tratto superiore;
- travi in c.a. prefabbricate a cassone intestate sui pilastri predisposti con ferri di richiamo combacianti con tubi forma predisposti nelle testate delle travi (n.2 per ogni testata);

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

- cordoli di bordo sul perimetro anche nella direzione parallela ai tegoli dei solai;
- solai unidirezionali di calpestio e di copertura realizzati con tegoli a "più greco" ad armatura lenta su luci fino a ml 8,40. I tegoli corrispondono a quelli del sistema STM, ma con l'inserimento nella testata di un diverso elemento di appoggio sulla trave e ferri di richiamo da inglobare nel getto di completamento della trave principale;
- pannelli perimetrali, che coincidono con quelli del sistema STM, privi di funzione portante del solaio di copertura.
-

7.3 INDIVIDUAZIONE DEI COLLEGAMENTI STRUTTURALI E ANALISI DELLE CRITICITÀ DEL SISTEMA STM

L'analisi delle caratteristiche costruttive di questo sistema e l'individuazione della tipologia dei collegamenti risulta alquanto più semplificata, in relazione al fatto che non sono previsti pannelli di parete con funzione portante o controventante; salvo quanto di seguito precisato per i pannelli di parete a sviluppo orizzontale. Si fa riferimento alla documentazione rintracciata per la struttura della Scuola "Gobetti" di via Piave; quella della Scuola "La Rondine" e quella della Scuola "Quadrifoglio" sono identiche (medesimo sistema prefabbricato ed identico schema planimetrico).

La differenza sostanziale del sistema "Standard Scuole" rispetto all'STM è data dagli elementi portanti verticali, costituiti totalmente da pilastri in c.a. in ogni nodo della maglia strutturale (come prima si diceva, non vi sono pannelli di parete con funzione portante). Nella relazione di calcolo si precisa che essi sono gettati in opera: una tale affermazione, in un primo momento lasciava alcune incertezze, in considerazione del fatto che caratteristica generale del Sistema Standard Scuole era l'essere concepito anche per costruzioni pluripiano con pilastri prefabbricati e con collegamenti in elevazione molto articolati; tuttavia l'ispezione visiva generalizzata sulle tre scuole (Gobetti, Rondine e Quadrifoglio) ed il reperimento di una foto del 1974 del Quadrifoglio in fase di costruzione, eliminava ogni dubbio circa l'affermazione riportata nella relazione di calcolo.

I pilastri in elevazione sono tutti caratterizzati da un'armatura principale costituita da n.4Ø16 con staffe Ø6/20 cm. Le travi in c.a. prefabbricate hanno geometria diversificata fra quelle intermedie e quelle di bordo, poiché quest'ultime devono consentire l'accostamento dei pannelli di parete ai pilastri e alla fiancata della trave stessa.

Le travi, la cui geometria è illustrata negli allegati successivi, poggiano in testa ai pilastri e risultano dai dettagli della relazione collegate ai medesimi mediante n.4 ferri di richiamo predisposti nel getto dei pilastri in opera. Nelle testate delle medesime sono previsti due alloggiamenti per tali ferri

di richiamo; pertanto può ritenersi realizzato un collegamento tuttavia unicamente di semplice cerniera.

Sono anche stati previsti e realizzati cordoli di bordo nelle direzioni parallele all'asse dei tegoli, tuttavia ancorati in testa ai pilastri unicamente con un solo ferro di richiamo; tali collegamenti, per quanto efficaci per il mantenimento delle posizioni di estremità del medesimo cordolo anche sotto azioni nel piano dell'impalcato, tuttavia sono destinati a non fornire nessun aiuto per un irrigidimento dell'impalcato nel suo piano.

I solai (di calpestio e di copertura) sono realizzati con tegoli a "pi greco" che, dalle ispezioni visive generalizzate svolte nell'agosto 2016, corrispondono alla geometria di quelli impiegati nell' STM, salvo quanto di seguito precisato per i collegamenti alle travi.

I tegoli, secondo la previsione progettuale, poggiano sulle travi principali unicamente mediante la soletta, restando arretrata e libera la "gamba" del tegolo rispetto alla parete della trave; è previsto un inserto, inghisato nello spessore della soletta in corrispondenza di ogni gamba, costituito da N.P. a "T" alto 40 mm. Tali elementi, pensati principalmente – si ritiene – per l'appoggio in fase di montaggio, dovrebbero svolgere certamente anche una imprescindibile funzione di resistenza al taglio verticale; infatti, pur essendo previsti ferri di richiamo dai tegoli al getto integrativo delle travi alto non più di 10 cm, una funzione resistente al taglio affidata unicamente a tali ferri entro uno spessore di cls così modesto appare azzardata, soprattutto se si pensa che, sotto azione sismica, tali collegamenti destinati a comportarsi come cerniera cilindrica, resterebbero efficaci, per il sostegno dei tegoli, unicamente per l'effetto spinotto dei suddetti ferri di richiamo.

Posto quindi che non si può prescindere dalla funzione degli inserti in N.P. , purtroppo si è rilevato che dai dettagli esecutivi dell'"ordinativo coppelle" essi erano previsti di lunghezza limitata a cm 3,00. In diverse posizioni, nei due edifici indagati nell'agosto 2016, sono stati riscontrati scostamenti di montaggio delle coppelle (scostamento delle testate delle gambe dei tegoli rispetto alle pareti delle travi principali) tali da far escludere che i suddetti inserti N.P. possano esplicare una qualche funzione efficace. Questa risulta essere una sostanziale criticità, la cui mancata soluzione sarebbe destinata a compromettere ogni diversa capacità di resistenza del sistema, che solo " successivamente" potrebbe essere considerata

In copertura vi è uno shed in sostituzione di due tegoli che comprende due campate; esso è realizzato da un solaio inclinato (si intravedono i travetti su di una luce massima di m 8.40 ed una di 6.00), delimitato longitudinalmente da una veletta ed un coppo canale prefabbricati poggianti direttamente sulle travi principali; le testate del solaio sono sostenute da due semitimpani che

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

poggiano sulle travi principali; non è stato possibile rilevare se esistono collegamenti antiribaltamento dei suddetti semitimpani.

In questo sistema vengono impiegati, in larga misura, pannelli che, quanto a geometria, corrispondono a quelli del sistema STM, ma, come prima si diceva, senza funzione portante; sembra potersi dedurre, tuttavia, che le caratteristiche costruttive – armature e collegamenti verticali con chiavi elastiche – corrispondano a quelle dell' STM.

Nell'ambito dei documenti tecnici della scuola di via Piave, è stata reperita una relazione tecnica generale sul sistema "Standard Scuole", in cui viene illustrata la modalità realizzativa dei pannelli di parete, che vengono definiti << staticamente resistenti >>: <<... i pannelli di tamponamento esterno sono ottenuti in getto omogeneo di Argille Espansa da 22 cm di spessore e di densità di 1250 kg/mc ... il pannello porta ai bordi verticali e orizzontali le sagome costituenti il giunto, suddiviso in una parte a funzione statica, completata con getto di sigillatura in opera e in una parte a funzione di tenuta, realizzata da doppia gola drenante con interposto sbarramento in linguetta metallica ... i) condizioni statiche: il pannello sopporta un carico verticale dell'ordine di 15.000 kg/m in condizioni di sicurezza (coefficiente = 4,0). Tale valore per gli edifici a primo piano è di gran lunga superiore agli sforzi applicati (vedi Cert. Un. Bologna) ... Viene allegato il Certificato N. 1355 del 1/10/70 Università di Bologna relativo ad una complessa serie di prove statiche a schiacciamento dei pannelli a tutta altezza e delle giunzioni, da cui si rilevano i fortissimi carichi di rottura raggiunti da queste pareti anche in caso di un impiego strutturale delle stesse.>>; in allegato viene anche riportato un dettaglio esecutivo del collegamento verticale fra pannelli, ove sono evidenziati la geometria dello sgolo, gli occhielli predisposti in maniera combaciante ed è indicato il ferro verticale previsto per l'incatenamento; purtroppo non è possibile dedurre se si tratta di una semplice "chiave elastica" o di un "giunto organizzato". Allegato vi è il Certificato N. 1355-b/1969-70/as che dichiara che <<il pannello marcato 2^1 era dimezzato lungo la mediana maggiore da una scanalatura, riempita con getto di calcestruzzo>>; tuttavia la descrizione della prova eseguita, pur evidenziando che in tale campione <<vennero rilevati, mediante 6 comparatori al centesimo di mm, le frecce di flessione di 6 punti di una delle facce verticali del pannello, disposti simmetricamente rispetto alla mediana longitudinale, all'interasse reciproco di 100 mm. Due punti appartenevano alla sezione di mezzeria, due punti a ciascuna delle sezioni distanti 10 cm da quelle di estremità>> e assicurando quindi circa il comportamento del giunto sotto compressione secondo l'asse del pannello, non consente di avere informazioni sufficienti sul comportamento sotto sforzo di scorrimento lungo l'asse del giunto, quale potrebbe esplicarsi sotto azione sismica, considerando i pannelli perfettamente collegati in verticale come se costituissero un'unica parete resistente in quella direzione.

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

I collegamenti contro il ribaltamento dei suddetti pannelli alla struttura resistente principale è dato dai getti integrativi di bordo, come desumibile dai particolari costruttivi allegati alla citata relazione generale e come desumibile dai particolari dell'"ordinativo" delle travi che indicano la previsione di un getto integrativo sulle travi anche di bordo e sui cordoli di bordo..

In alcune posizioni vengono impiegati pannelli di diversa tipologia: a sviluppo orizzontale su luci di 6,00 m.; fra i suddetti pannelli e la trave sovrastante vi sono finestre a nastro: pertanto in tali posizioni il collegamento dei pannelli deve necessariamente essere sui pilastri, a cui risultano accostati, mediante elementi che non sono precisati nei documenti tecnici reperiti (considerato il numero ridotto di tali elementi, nonché la posizione facilmente accessibile dall'esterno, possono essere più opportunamente realizzati ex novo, prima dell'inserimento del cappotto di coibentazione, quantomeno con funzione antiribaltamento).

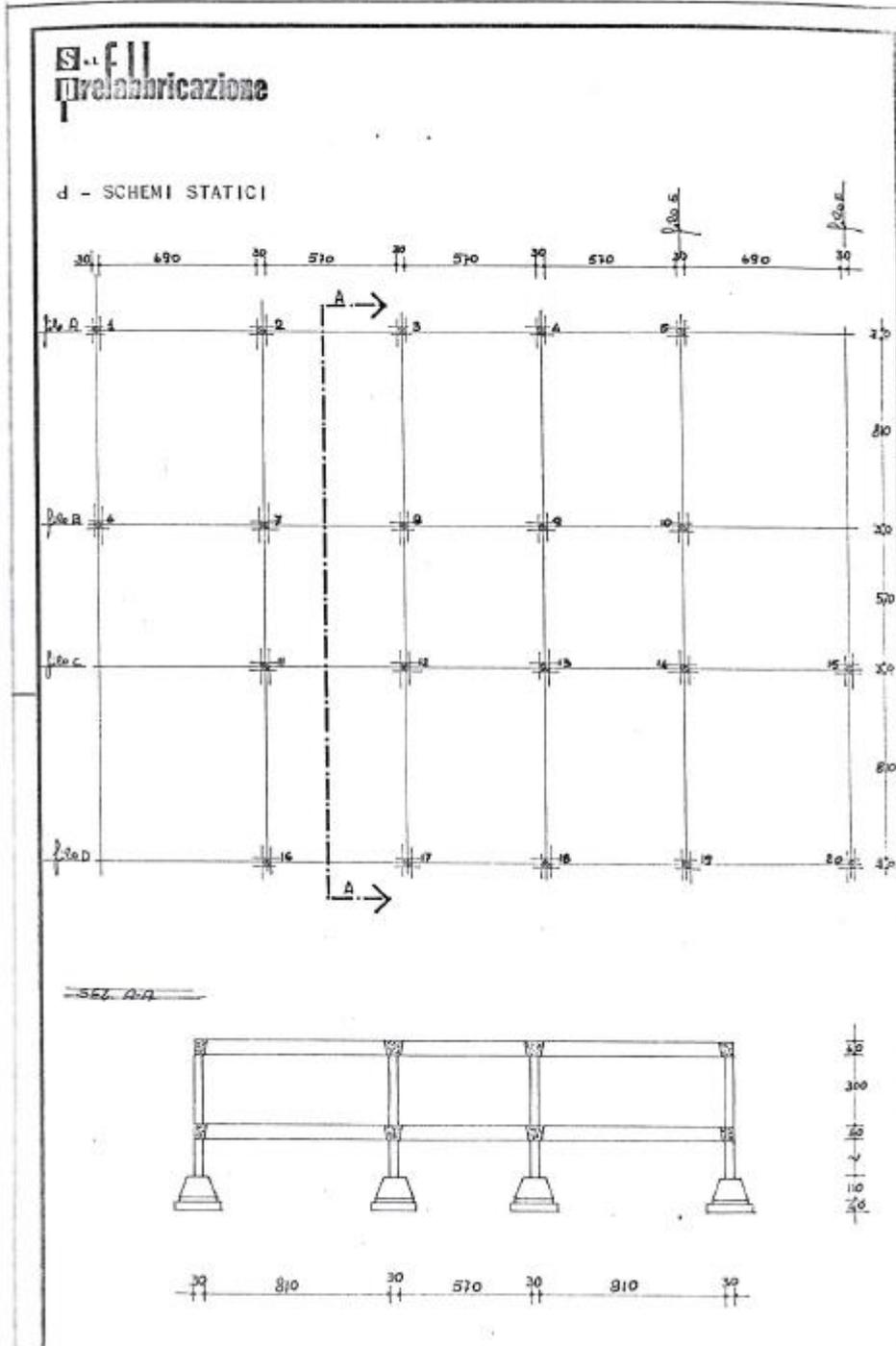


Fig.1 schema maglia strutturale delle tre scuole

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

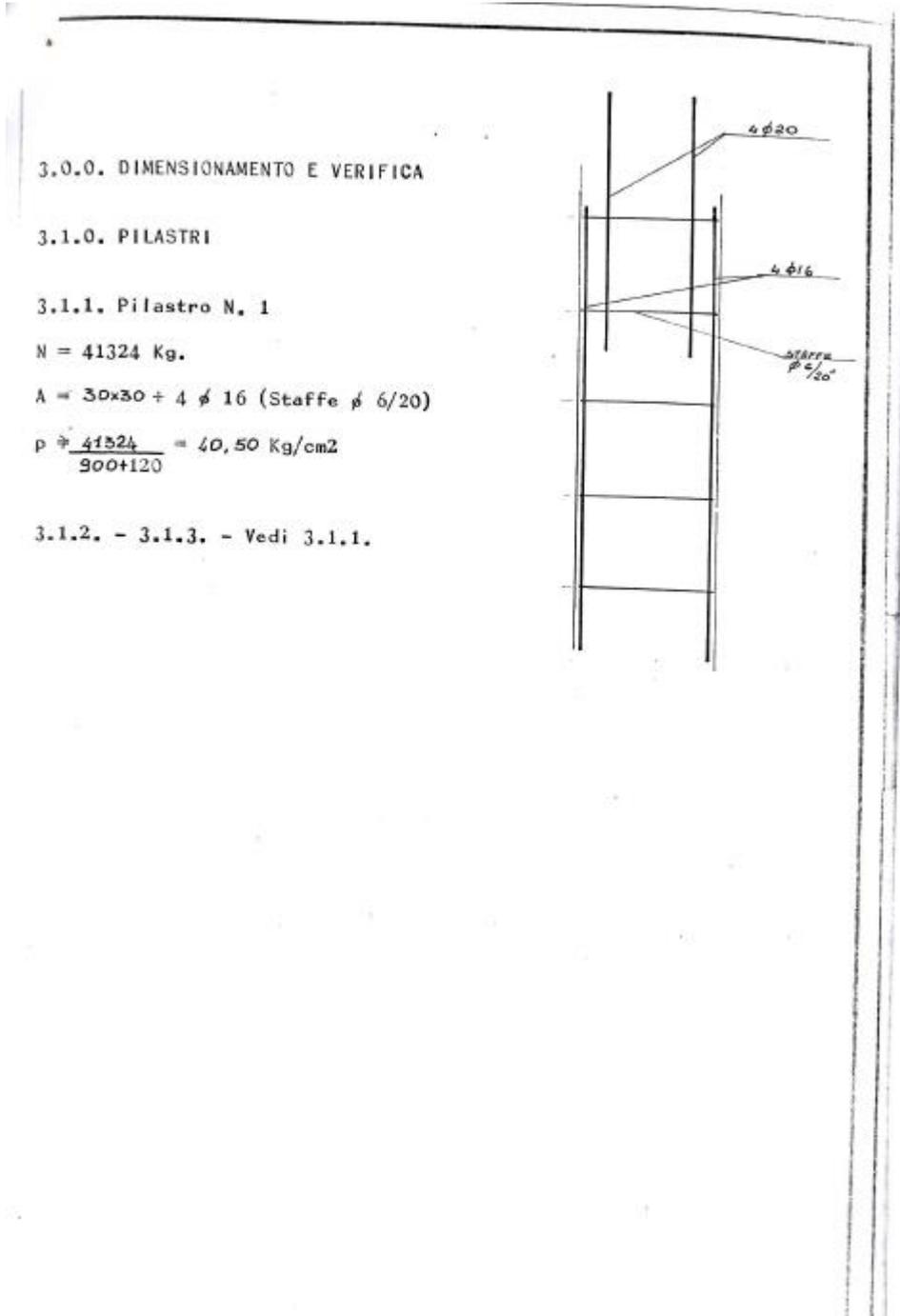


Fig.2 armatura testa pilastri con ferri di richiamo

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

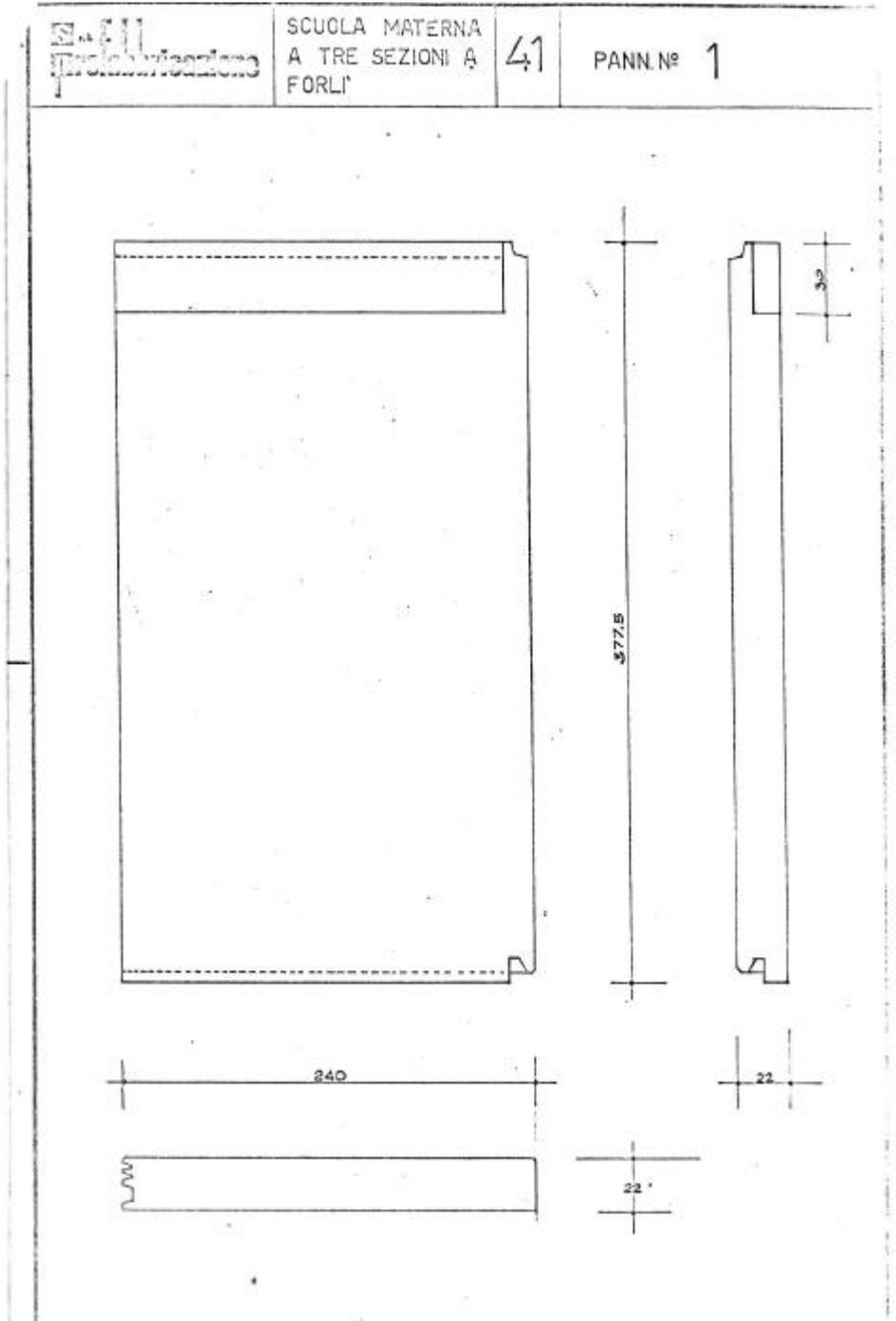


Fig.3 a geometria dei pannelli di parete a sviluppo verticale corrispondenti a quelli del sistema STM

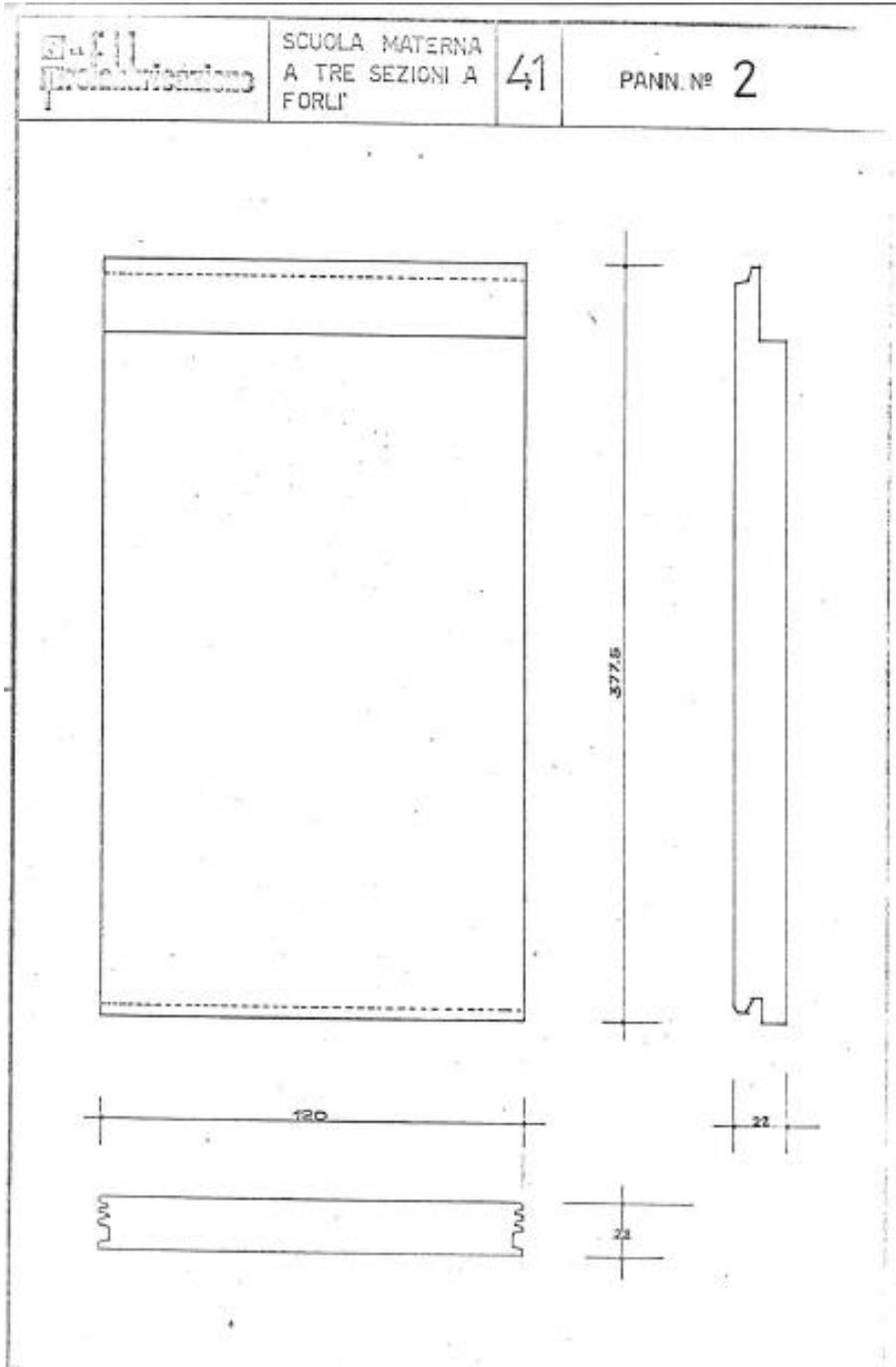


Fig. 3B

SCUOLA "LA RONDINE"

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

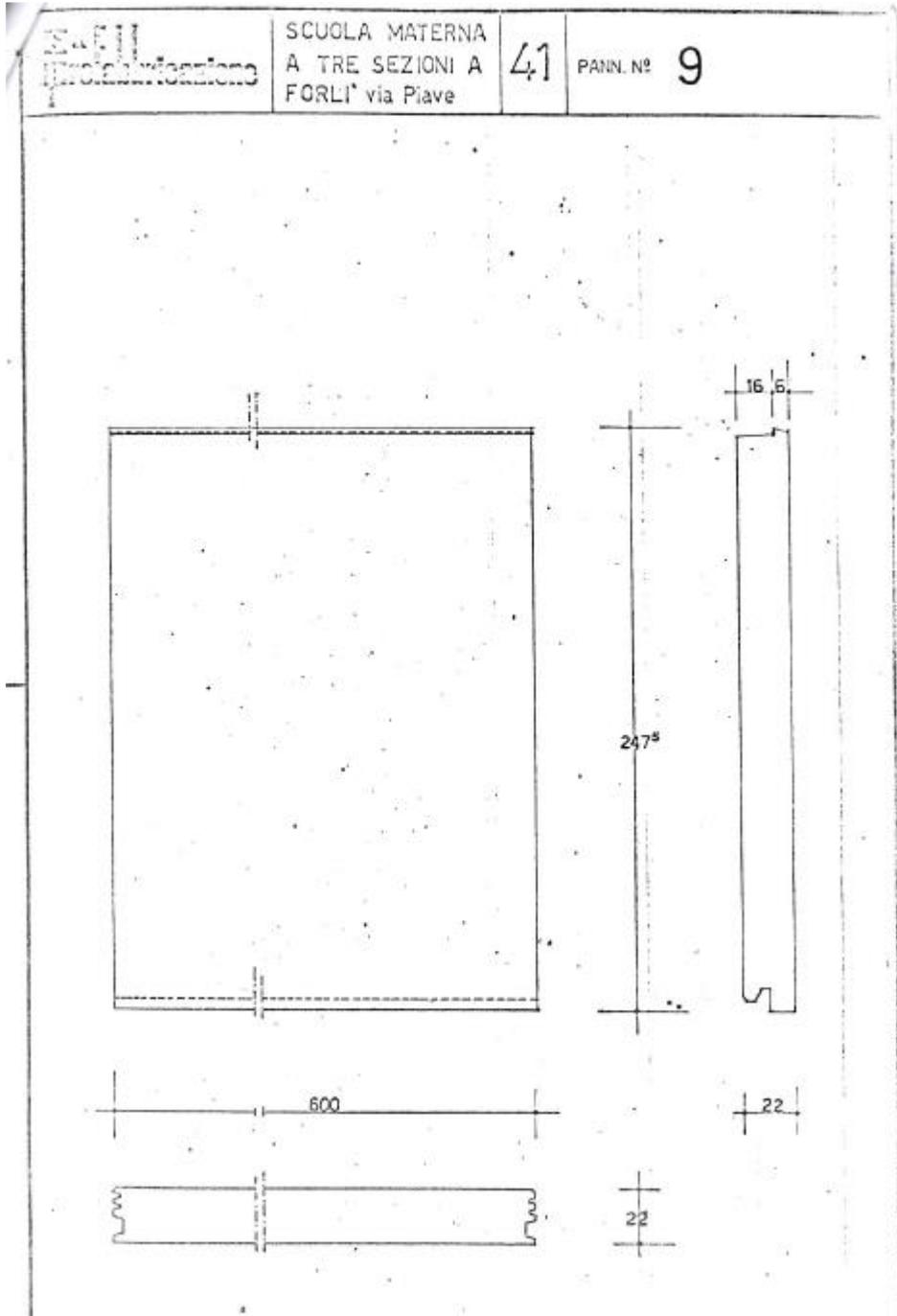


Fig. 3C

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

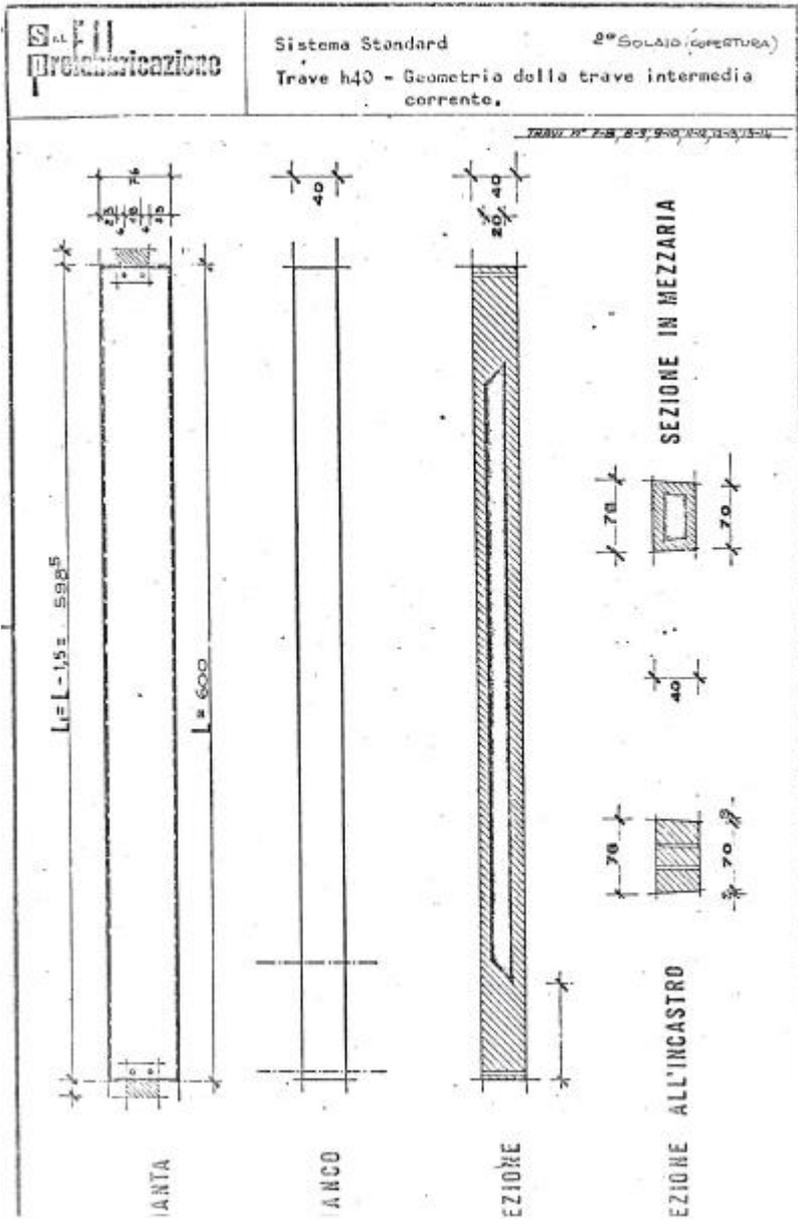


Fig.4 Trave principale intermedia

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

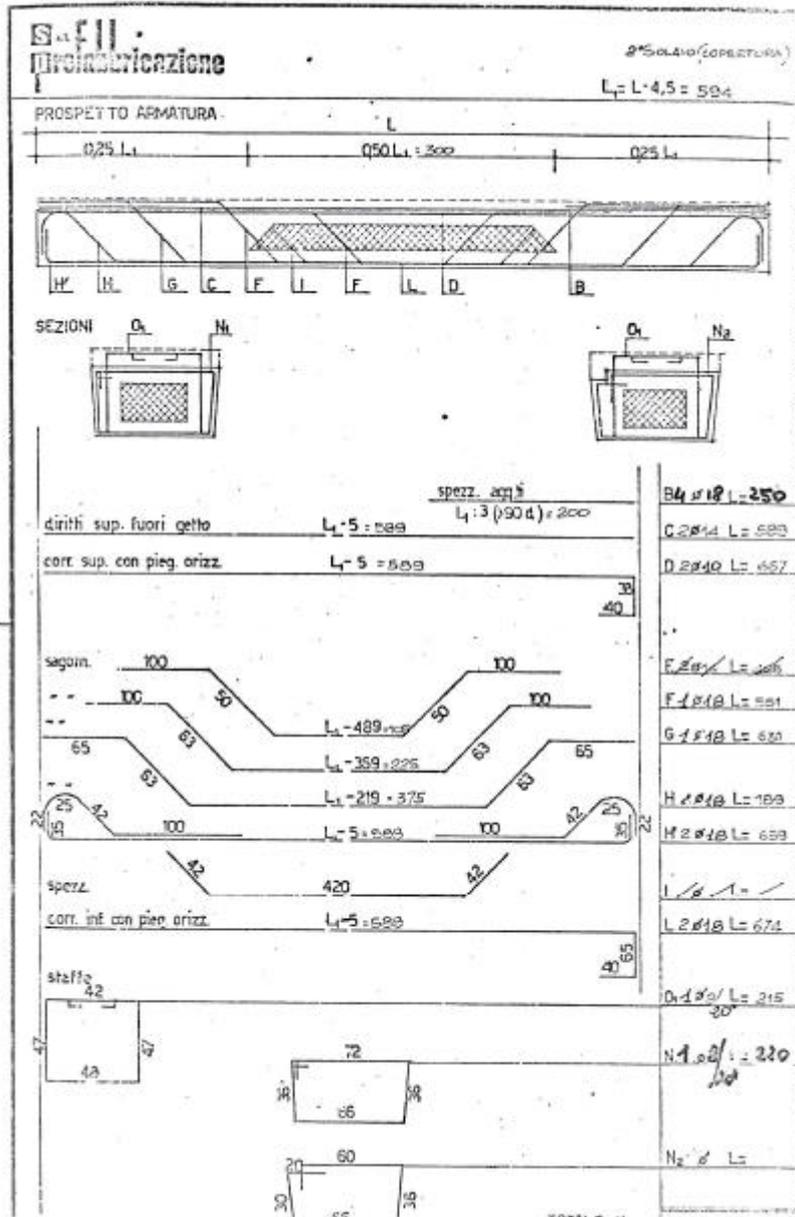
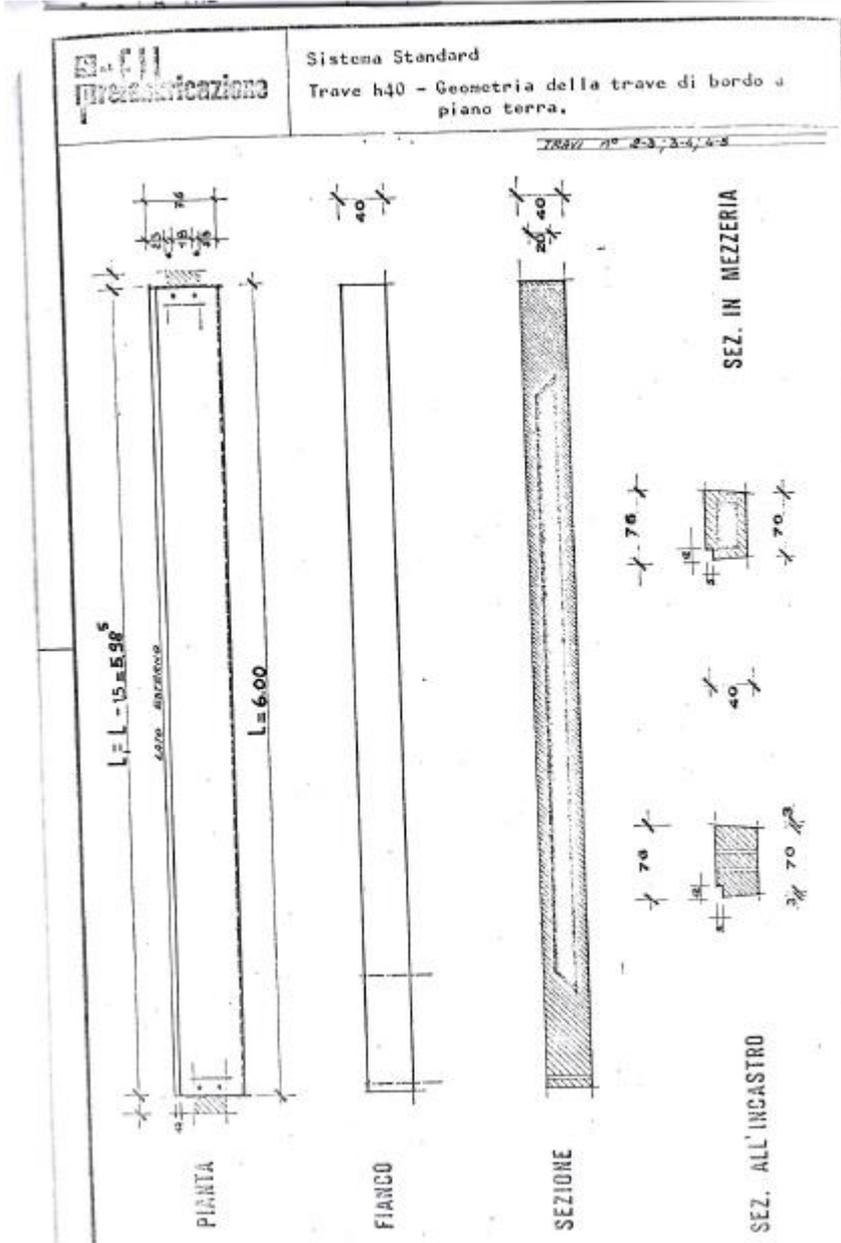


Fig.5 Armatore della trave principale

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022



RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

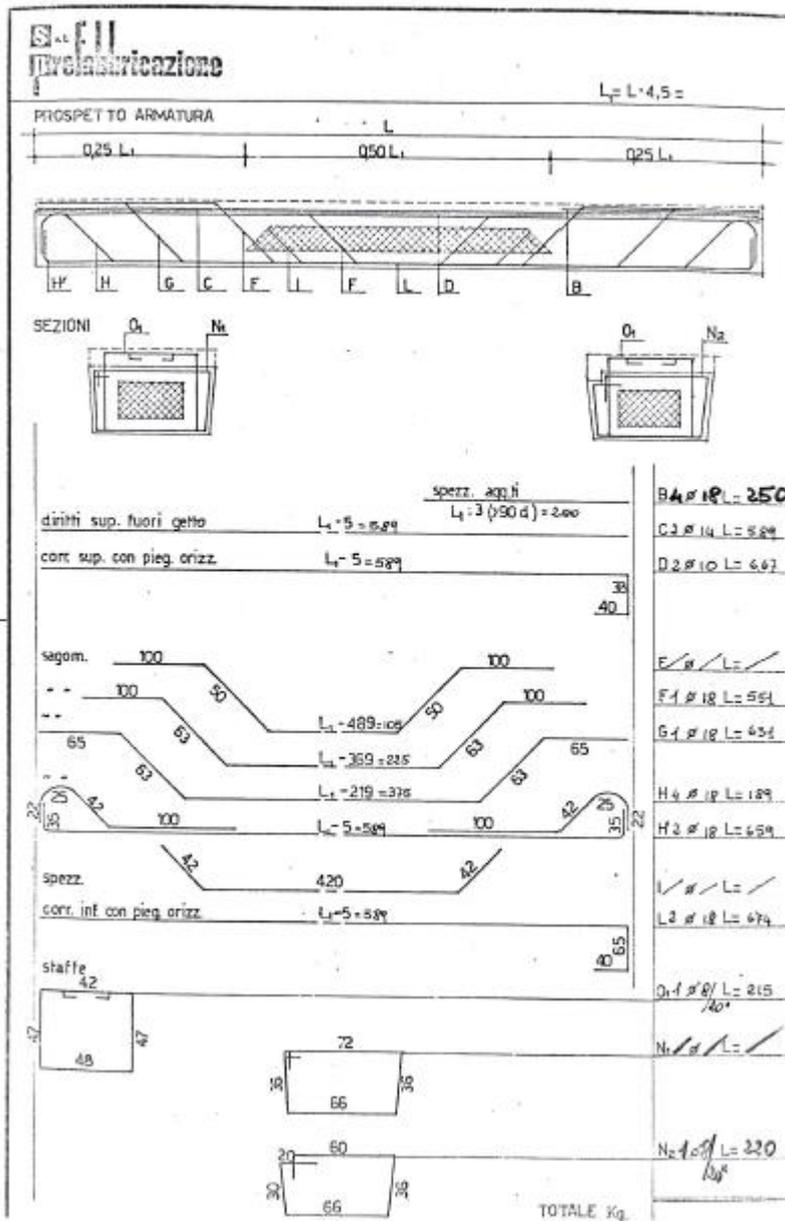


Fig.7 Armature della trave principale di bordo

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

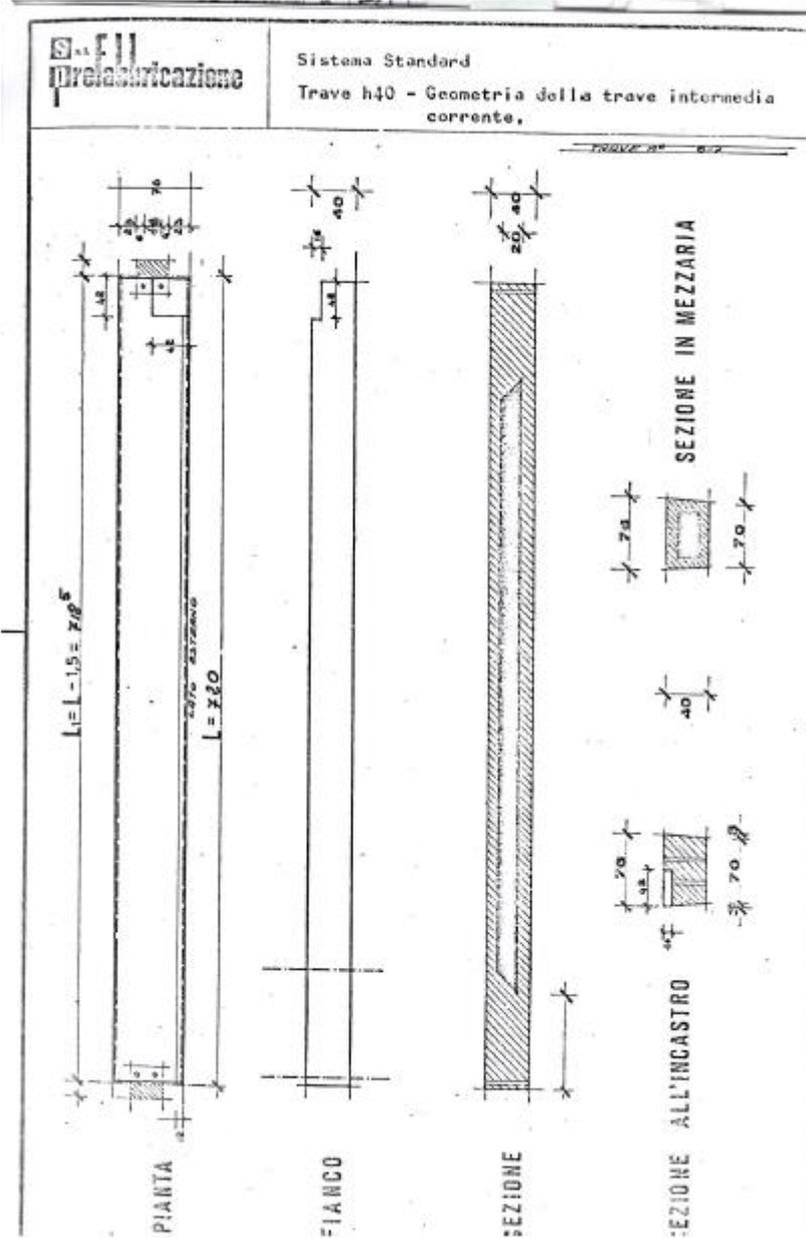


Fig.8 Trave principale intermedia

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

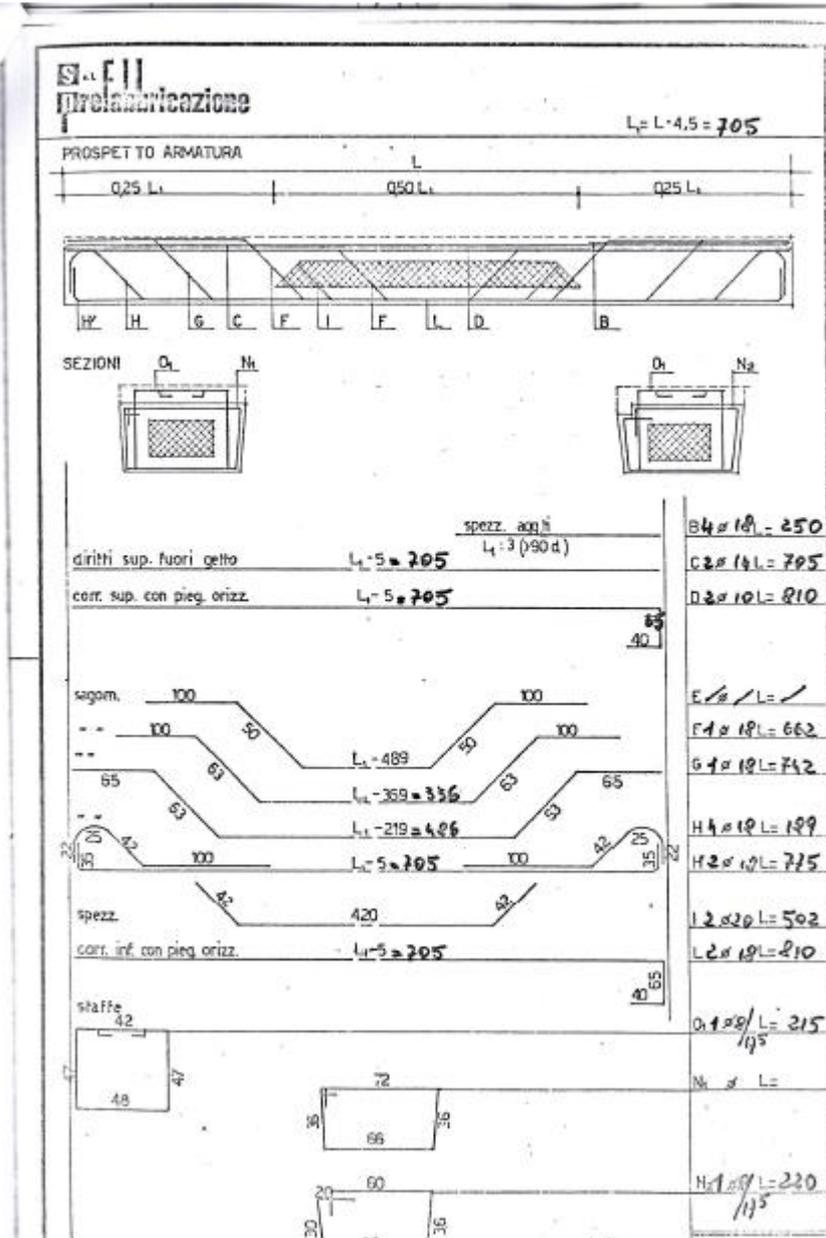


Fig. 9 Armatura della trave principale intermedia

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

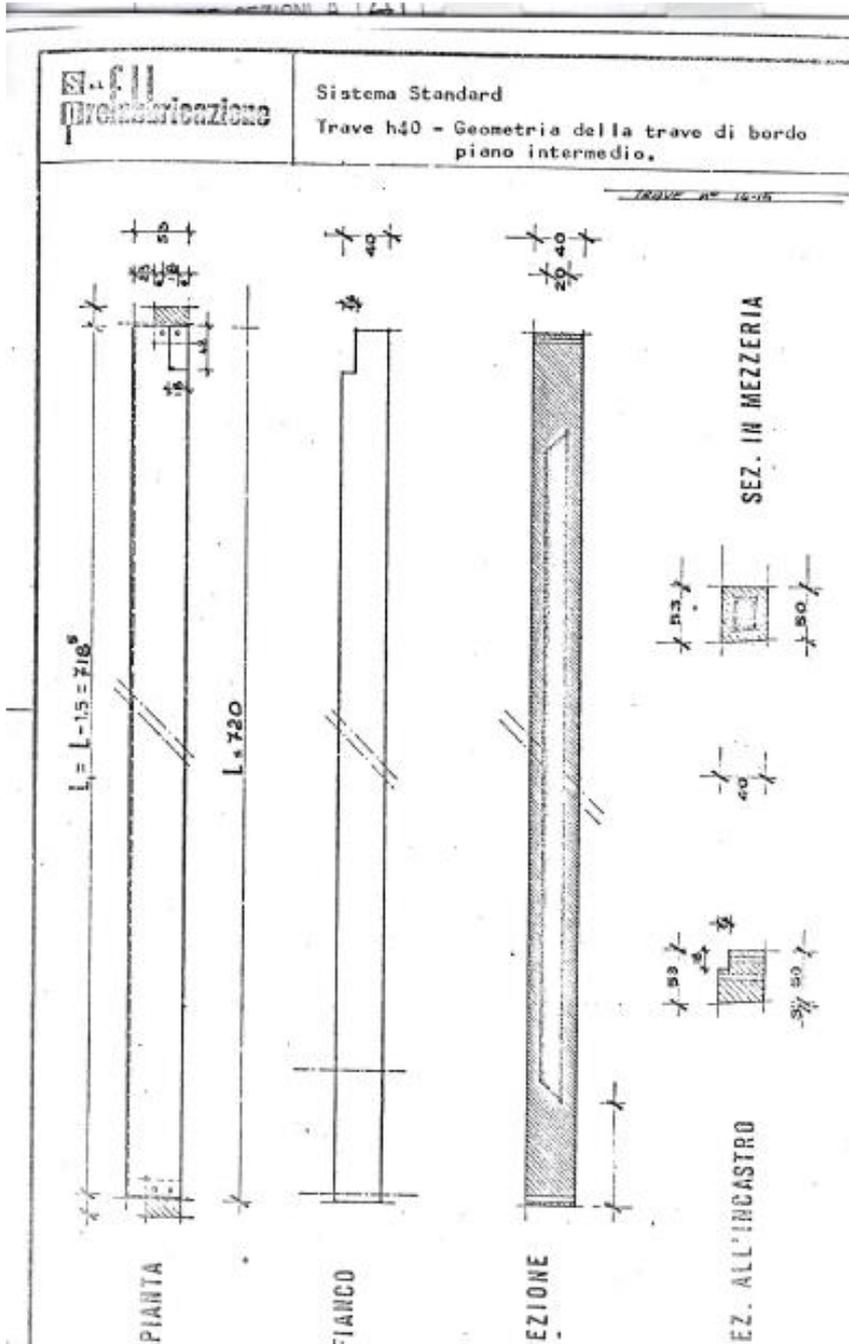


Fig.10 Trave principale di bordo in copertura

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

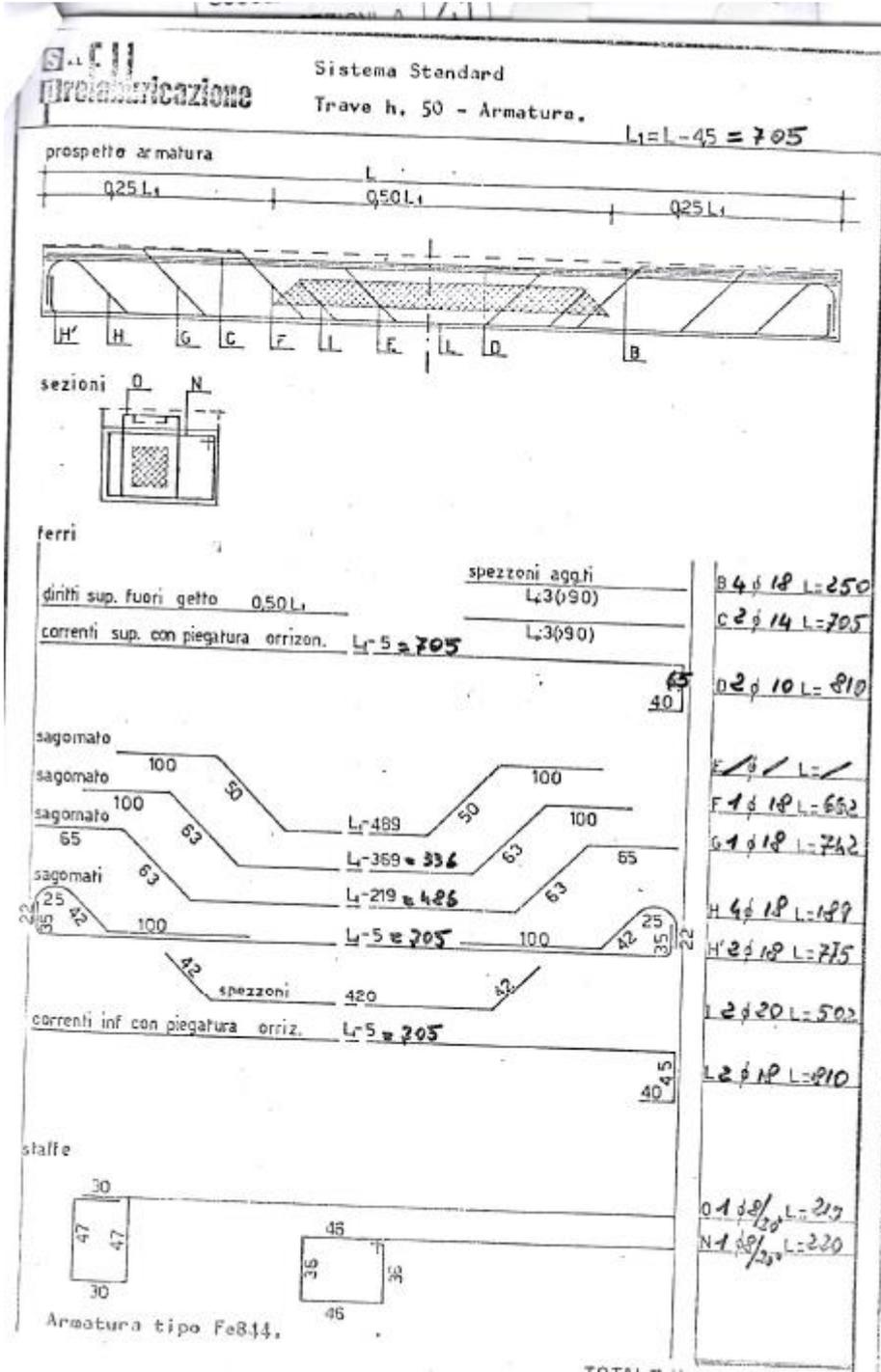


Fig.11 Armatura della trave principale di bordo in copertura

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

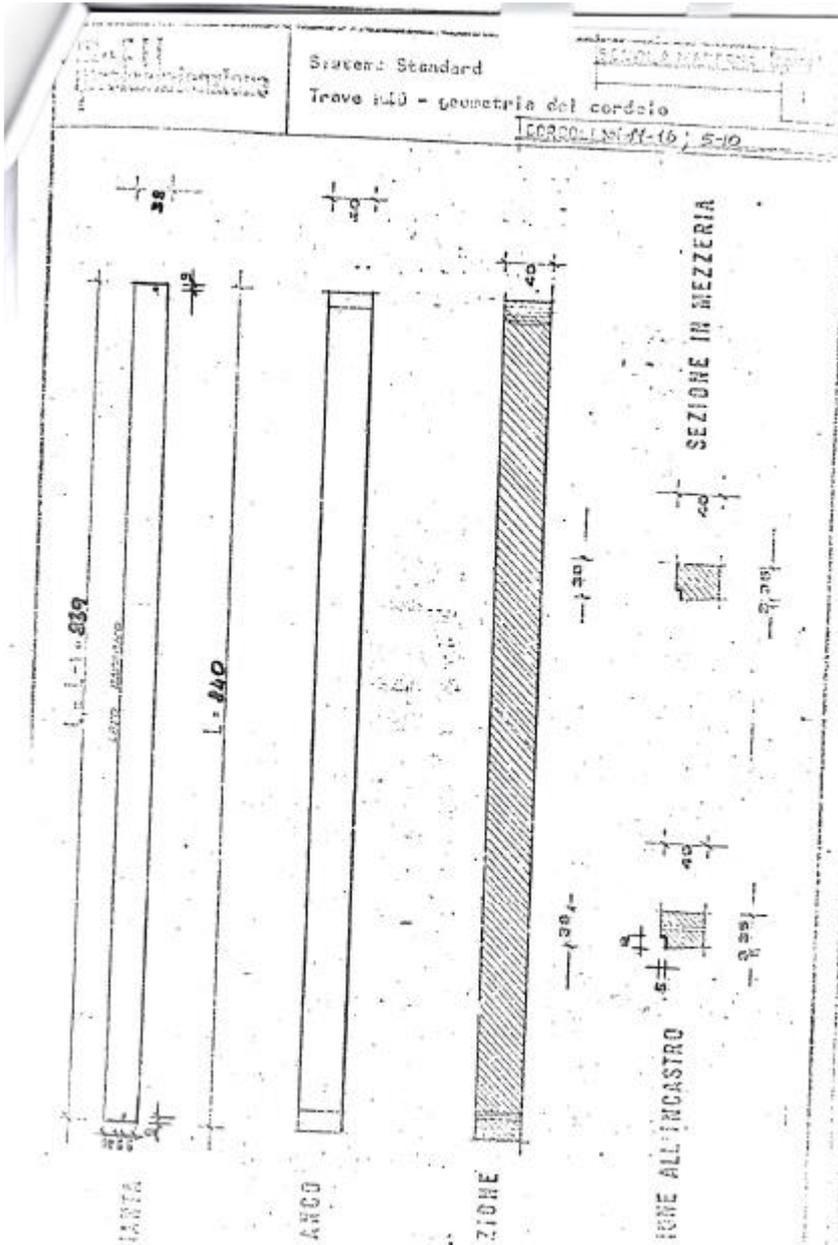


Fig.12 Cordolo perimetrale in direzione perpendicolare ai tegoli

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

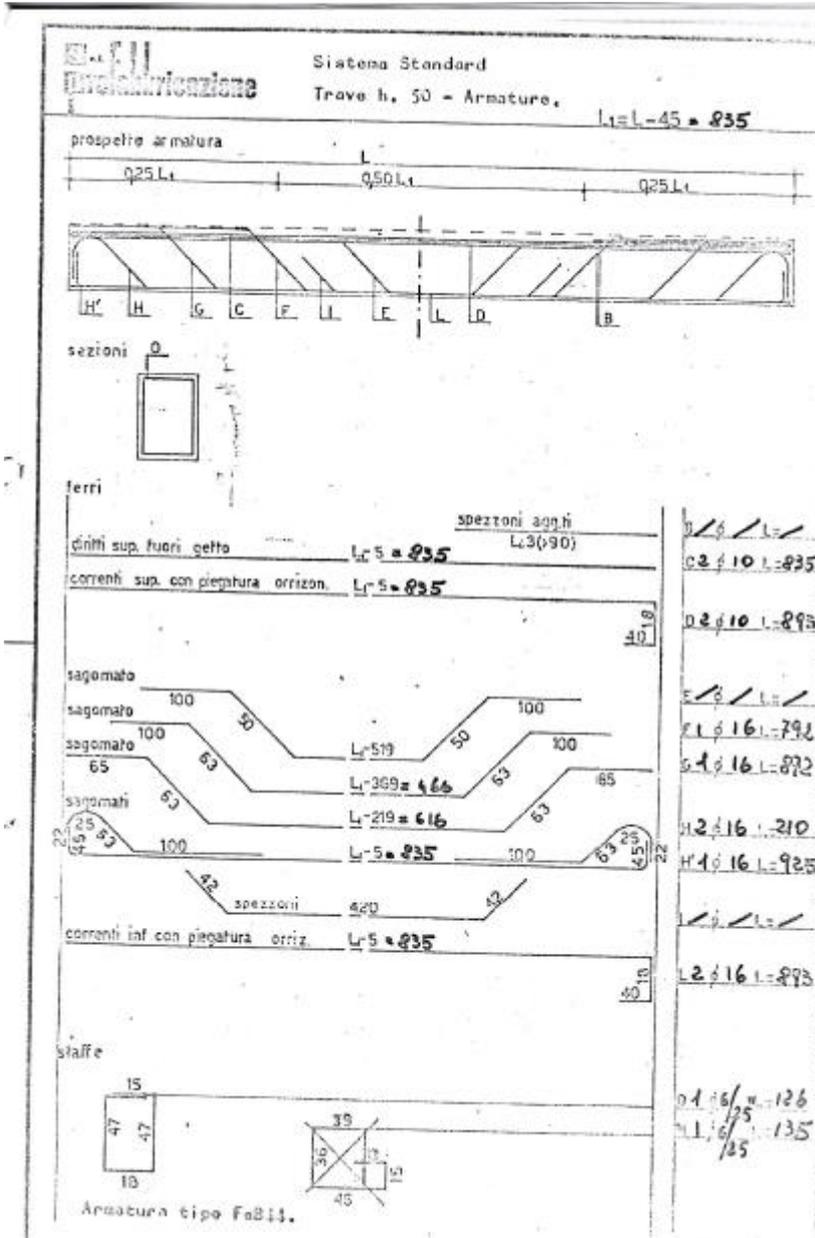


Fig.13 Armatura del cordolo perimetrale

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

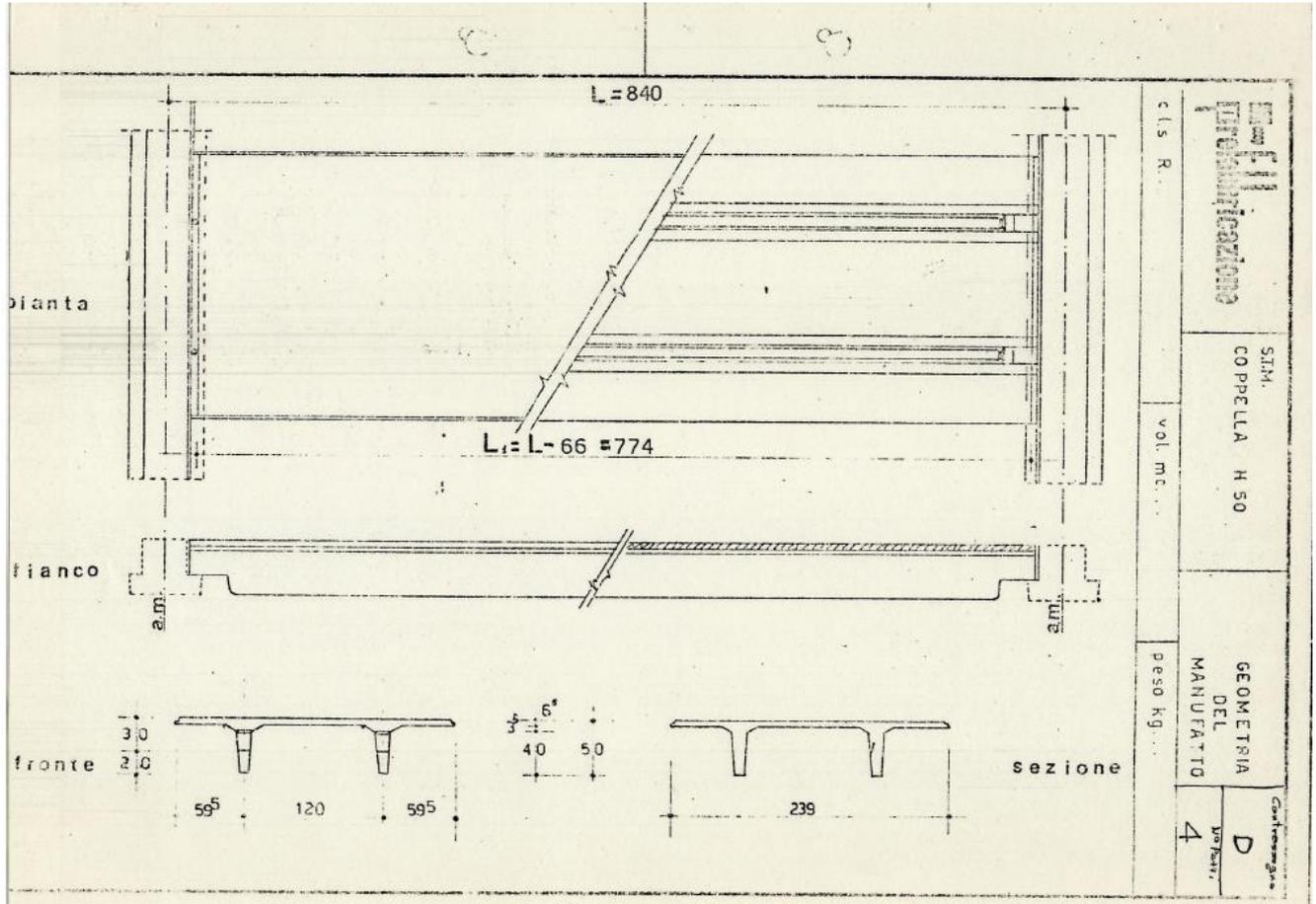


Fig.14 tegolo di copertura B=240 cm

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

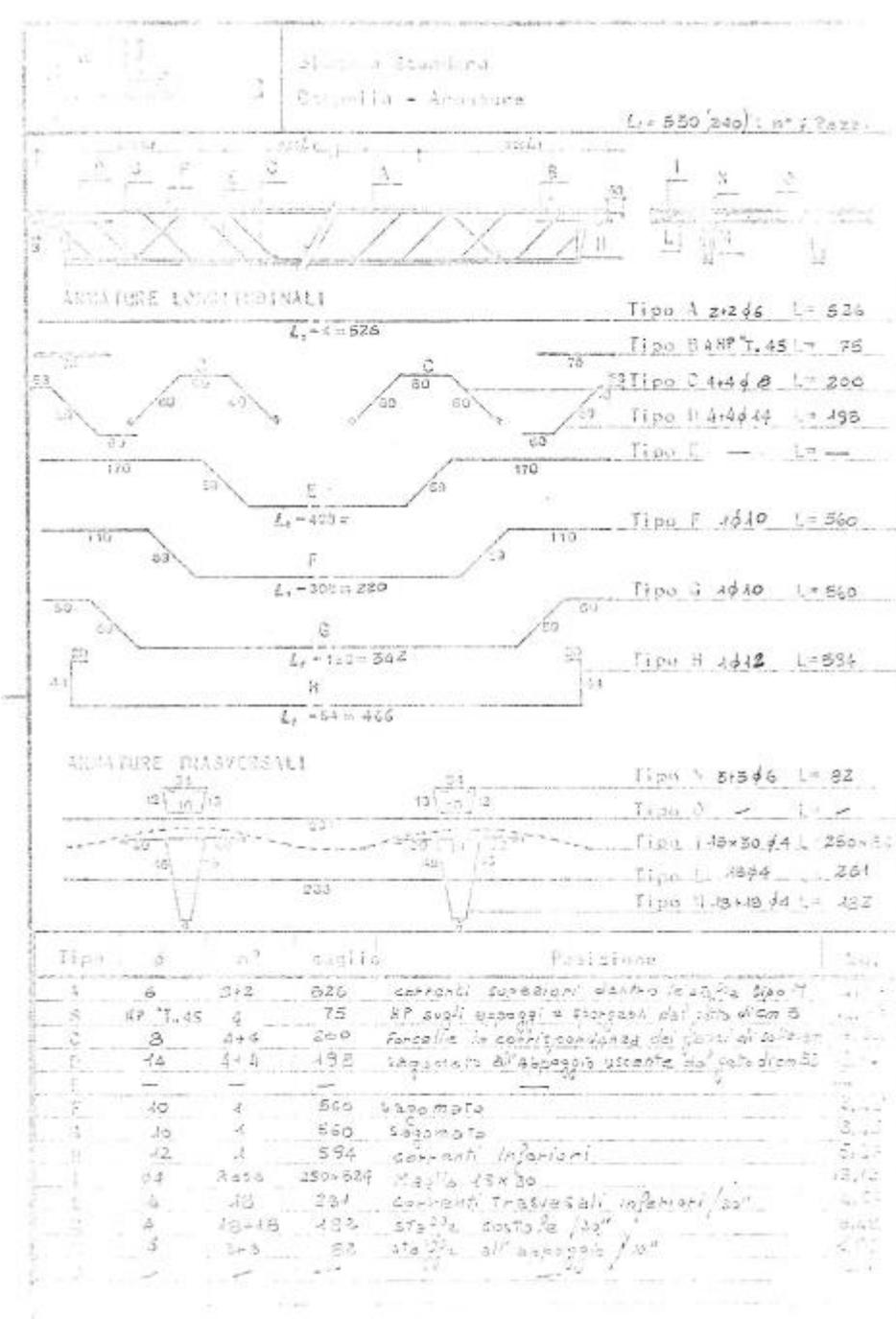


Fig.15 Armatura tegolo di copertura B=120 cm

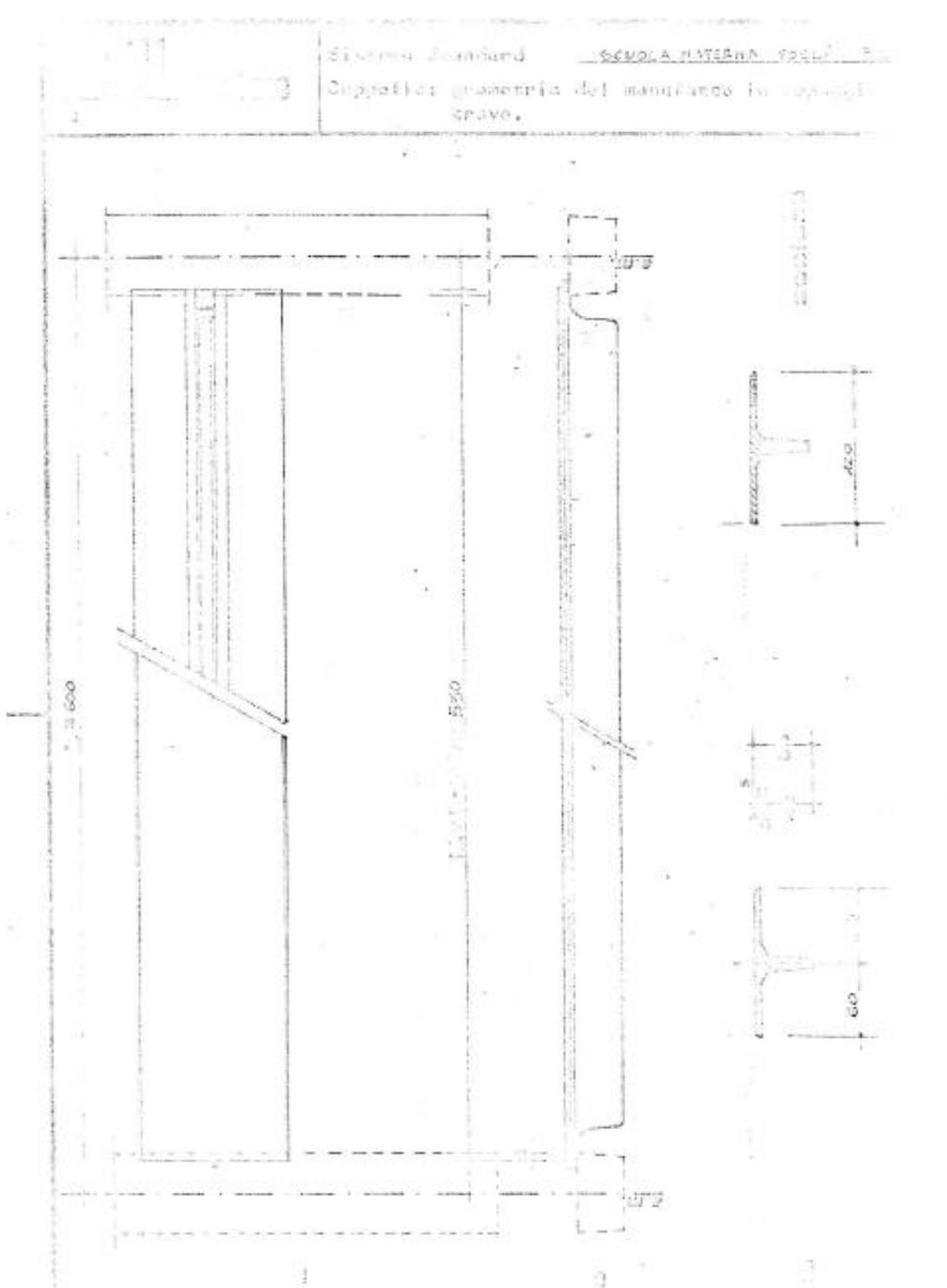


Fig.16 Tegolo B=120 cm

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

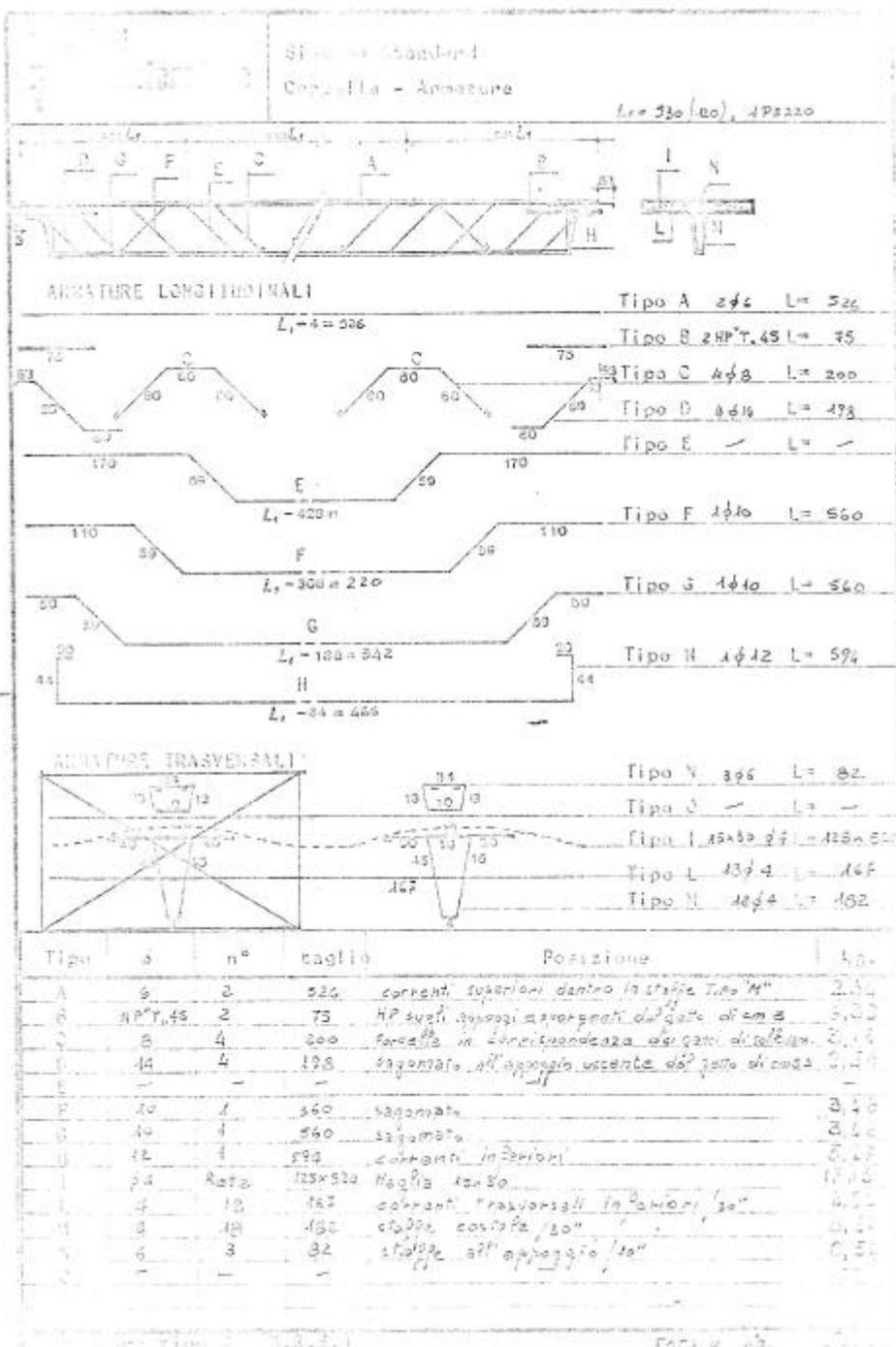


Fig.17 Armatura tegolo B= 120 cm

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

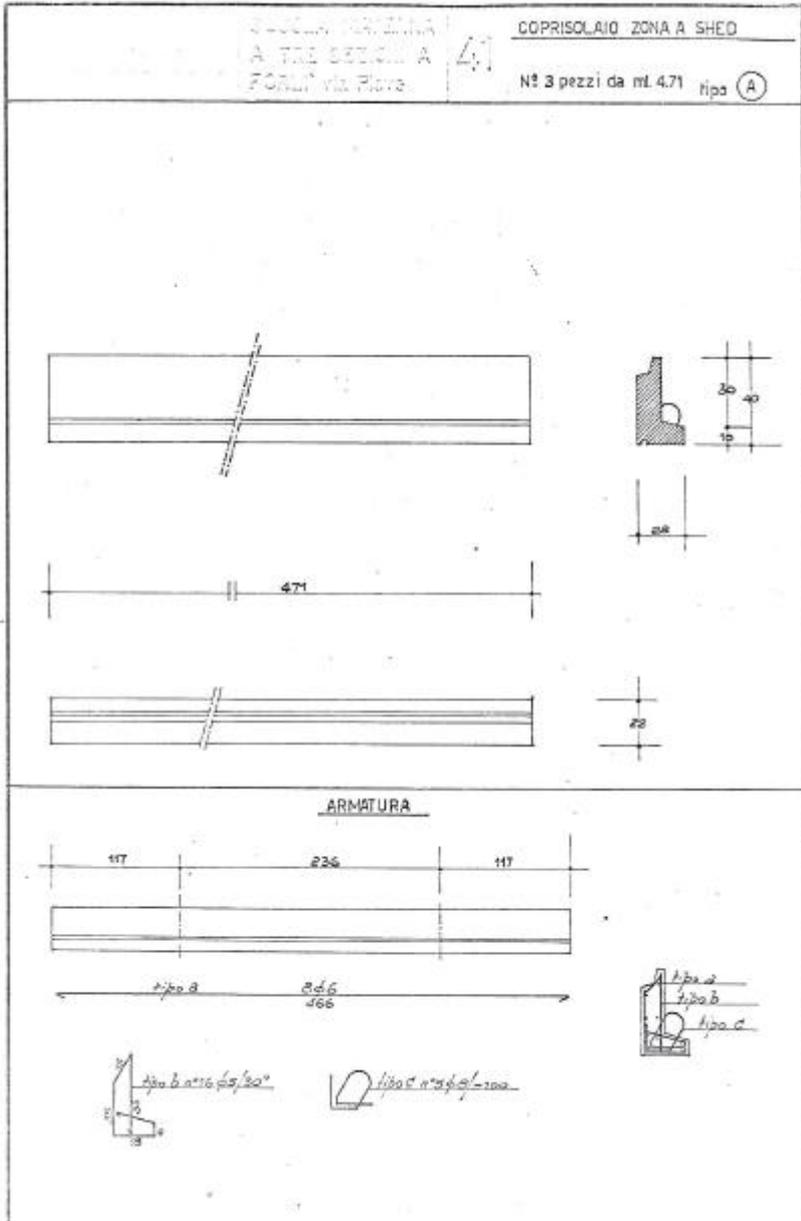


Fig.18 Trave coprisolaio zona a shed

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

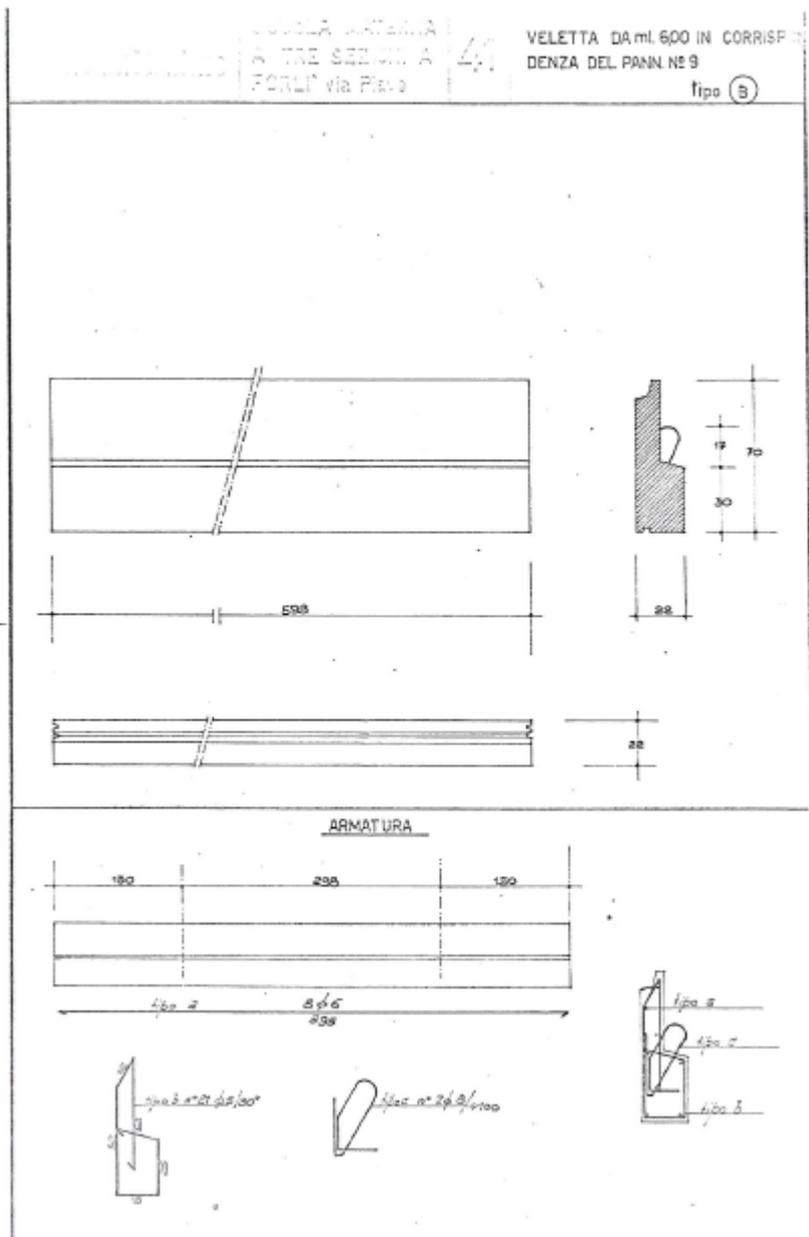


Fig.19 Veletta in corrispondenza del pannello

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

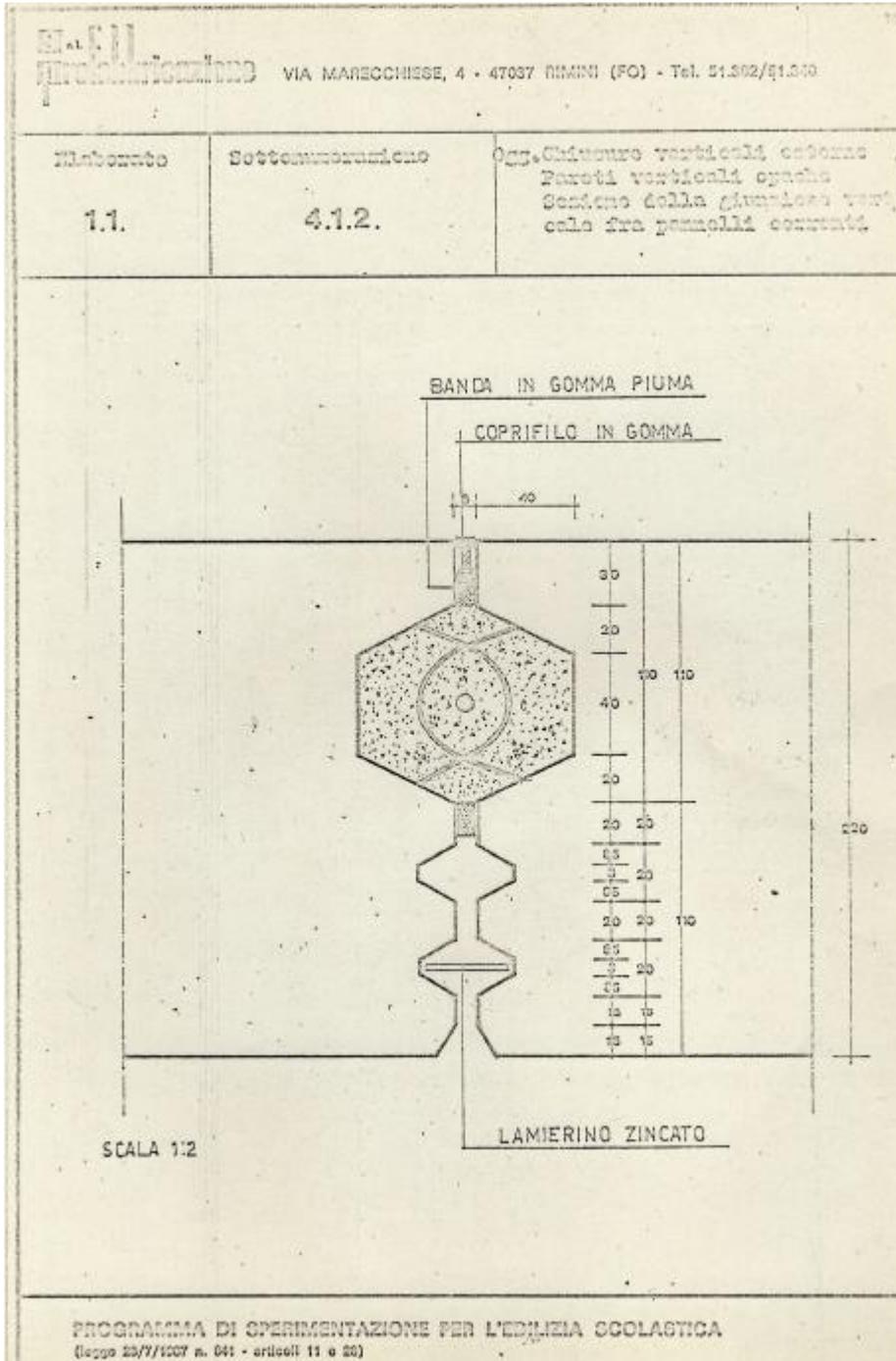


Fig.20 Chiave elastica di collegamento verticale dei pannelli tipo STM

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

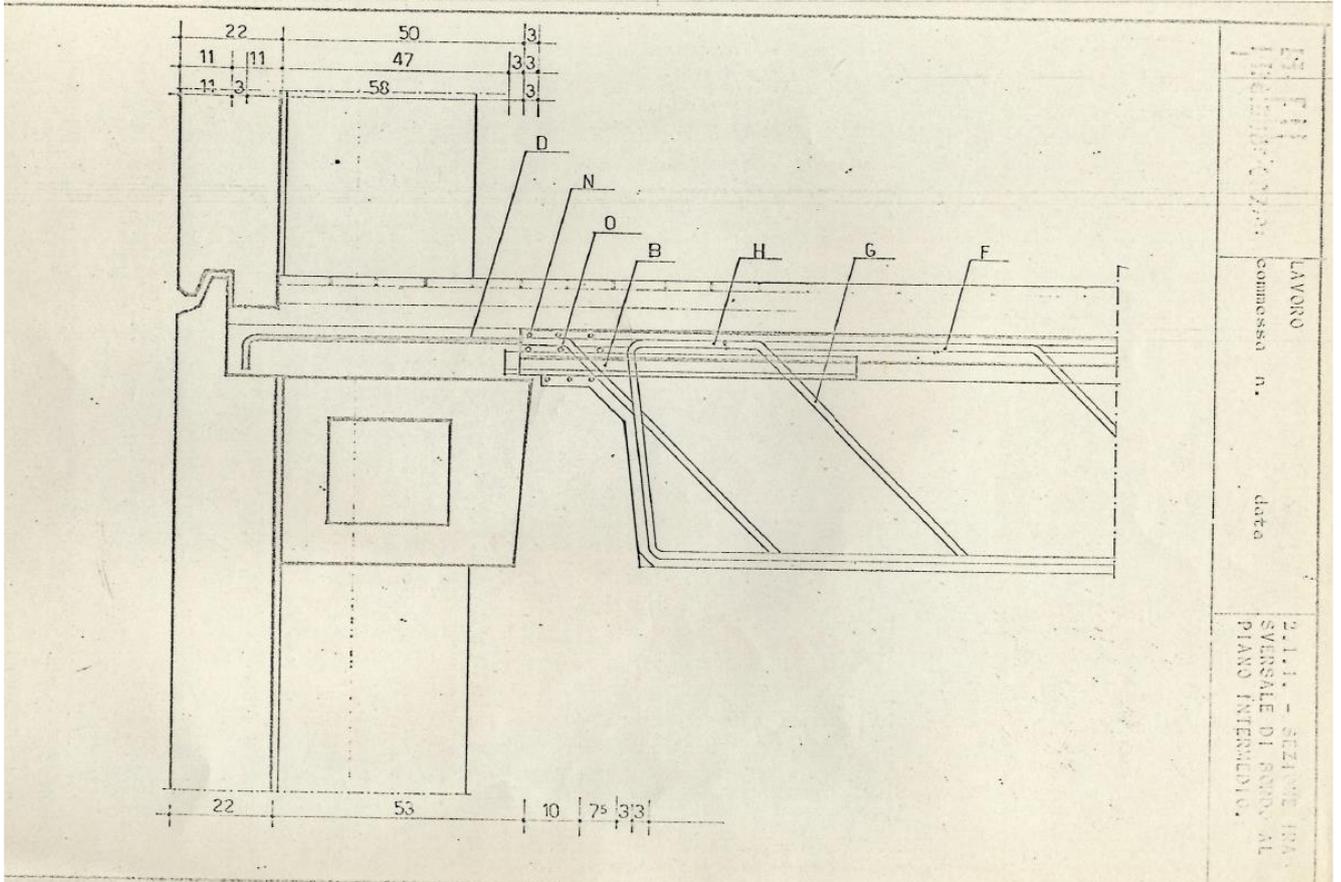


Fig. 20 Schema di collegamento del tegolo alla trave di bordo (estratto da Relazione Tecnica illustrativa del Sistema Standard Scuole)

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

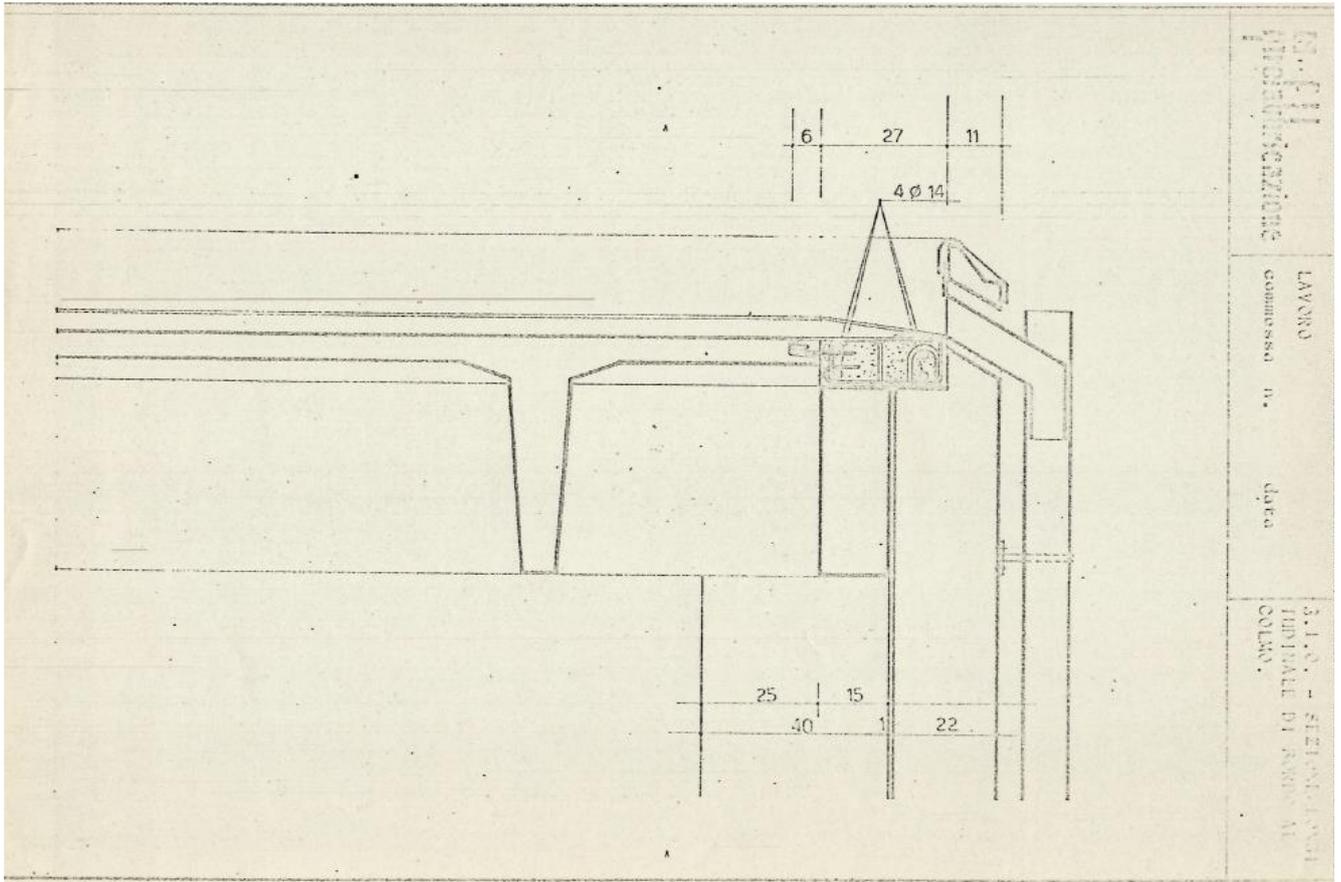


Fig.21 Schema di collegamento laterale del tegolo a pannello di parete parallela (desunti dalla Relazione tecnica di presentazione del Sistema Standard Scuole)

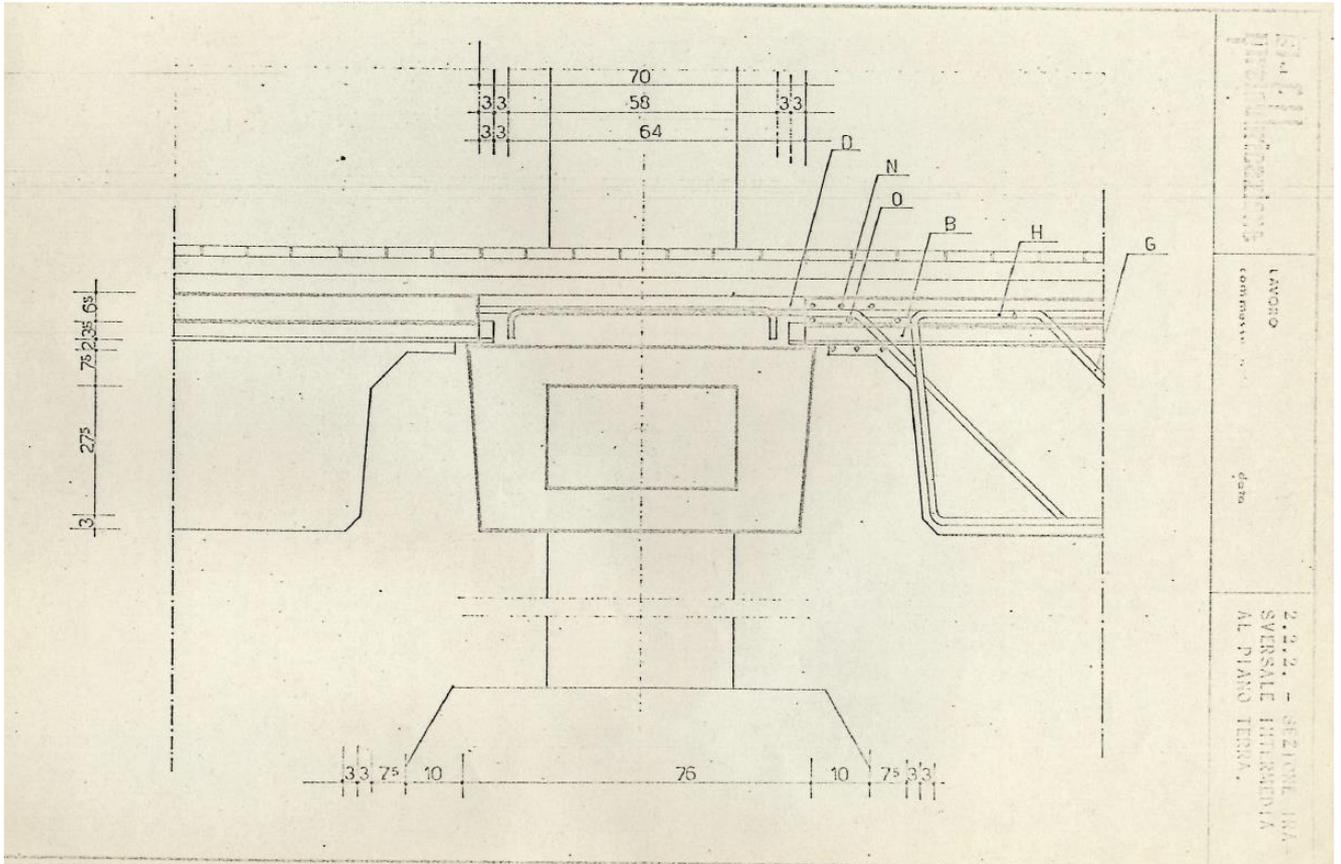


Fig.22 Schema di collegamento dei tegoli a trave principale intermedia (desunti dalla Relazione tecnica di presentazione del Sistema Standard Scuole)

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
LABORATORIO SPERIMENTALE
PER LA RESISTENZA DEI MATERIALI

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIRETTORE
L. 194

13 OTT. 1970

N. 1355-a/1969=70
/as

Bologna, 1 Ottobre 1970
VIALE RISORGIMENTO, 2 - TEL. 23.15.91

"Ufficiale", ai sensi del R. D. 16/11/1939 n. 2228-2229

CERTIFICATO

delle prove a compressione su prototipi di giunzioni di pannelli prefabbricati di calcestruzzo richieste dalla S.r.l. PREFABBRICAZIONE - Via Marecchiese, 4 - RIMINI - con domanda in data 2/2/1970.

1 - GENERALITÀ

La Committente consegnava a questo Laboratorio 6 prototipi di giunzioni di pannelli prefabbricati, di calcestruzzo normale e di argilla espansa, che dichiarava di produzione corrente del Suo Stabilimento di via Marecchiese, 4 - RIMINI.

I prototipi erano costituiti di un elemento verticale, a pianta quadrata, di cm 100 di lato e dello spessore di cm 22, e di un elemento orizzontale, a pianta rettangolare di cm 100 x 30 di lato, e dello spessore di cm 20, sporgente a sbalzo da quello verticale.

La forma, le sezioni e le armature del prototipo sono rappresentate nel disegno allegato al presente certificato, al punto 1, mentre al punto 2 sono visibili gli strati di calcestruzzo che costituivano il prototipo.

I prototipi erano contraddistinti con le sigle 1, 1¹, 2, 2¹, 3, 3¹ impresse con vernice rossa. Con tali sigle li distingueremo nel seguito.

Il prototipo marcato 2¹ era dimezzato, lungo la mediana dell'elemento verticale, da una scanalatura riempita con getto di calcestruzzo.

(segue) ./.

Fig.23 Prove a compressione su giunzioni di pannelli

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
LABORATORIO SPERIMENTALE
PER LA RESISTENZA DEI MATERIALI

UFFICIO, ai sensi del R. D. 10/11/1929 n. 2220-2229

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
L. 150
REGISTRATO AL N. 5080
del 13 OTT. 1970
N. 1355-b/1969=70
/as
78307
1 Ottobre 1970
VIALE RISORGIMENTO, 2 - TEL. 23.1591

CERTIFICATO

delle prove a compressione su pannelli prefabbricati di calcestruzzo richieste dalla S.r.l. PREFABBRICAZIONE - Via Marecchiese, 4 - RIMINI - con domanda in data 2/2/1970.

1 - GENERALITÀ

La Committente consegnava a questo Laboratorio 6 pannelli prefabbricati di calcestruzzo normale e di argilla espansa, che dichiarava di produzione corrente del Suo Stabilimento di via Marecchiese, 4 - Rimini.

I pannelli avevano pianta rettangolare di cm 100x300 di lato e lo spessore di cm 22.

La forma, le sezioni e le armature dei pannelli sono rappresentate nel disegno allegato al presente certificato, al punto 1, mentre al punto 2 sono visibili gli strati di calcestruzzo che costituivano i pannelli.

I pannelli erano contraddistinti con le sigle 1, 1¹, 2, 2¹, 3, 3¹ impresse con vernice rossa.

Con tali sigle li distingueremo nel seguito.

Il pannello marcato 2¹ era dimezzato lungo la mediana maggiore da una scanalatura, riempita con getto di calcestruzzo.

2 - MODALITÀ DI PROVA

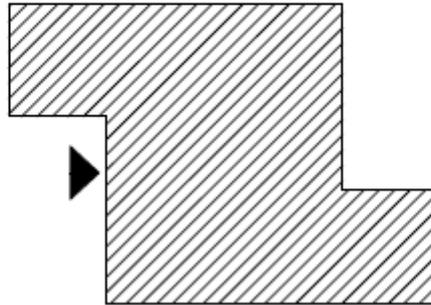
Tutti i pannelli furono sottoposti a compressione in direzione della mediana maggiore. Le facce terminali, quella superiore di cm 100x22, quella inferiore di cm 100x12, erano rivestite di due piastre di acciaio, entrambe di 20 mm di spessore.

D. Bassetti

Fig.24 Prove a compressione su pannelli

7.5 ELABORATI GRAFICI

PLANIMETRIA GENERALE



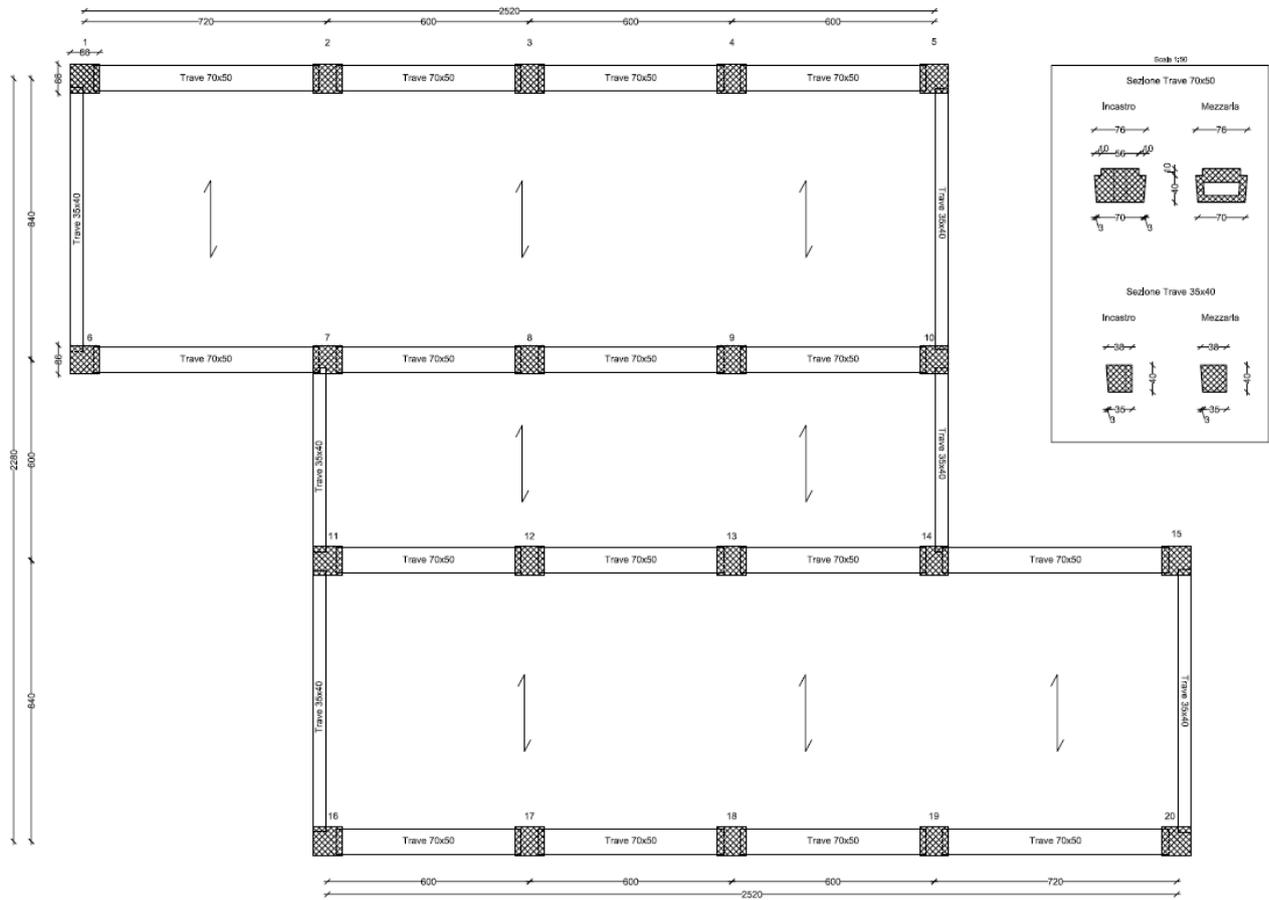
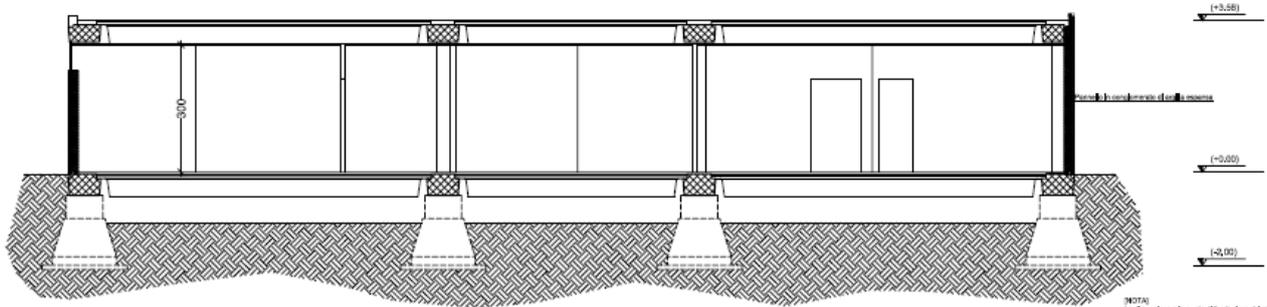
PIANTA PIANO TERRA

SCUOLA "LA RONDINE"

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

11/10/2022

SEZIONE A-A'



CARPENTERIA PRIMO IMPALCATO

