

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 "ARCOBALENO"

Data: 03/10/2022

Progettista:

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 "ARCOBALENO"

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

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 1400 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 "a grandi pannelli" denominato "STM" (Sistema a Telai Modulari). Tale sistema è stato utilizzato anche in altri edifici scolastici del forlivese (la Chiocciola e lo Scoiattolo) che inoltre presentano anche uno schema modulare come quello dell'Arcobaleno.

Tali corrispondenze acquistano particolare importanza ai fini dell'identificazione delle caratteristiche costruttive, poiché in diversi casi per taluni edifici non vi è sufficiente documentazione esplicativa, ma può certamente sopperire la corrispondenza degli elementi strutturali prefabbricati e, talora, anche l'identità di posizione nello schema planimetrico, desumibile da altri edifici.

Relativamente al sistema STM, inoltre, si farà riferimento ad una campagna di indagini parzialmente distruttive svolta nel 2014, nell'ambito di altro procedimento di intervento sismico sull'edificio dell'Arcobaleno, abbastanza estesa, che ha consentito di accertare con buona precisione sia la corrispondenza degli elementi strutturali del sistema con i documenti tecnici conservati presso il Comune, sia la conformazione dei collegamenti strutturali per i quali, invece, dai documenti tecnici in atti, potevano dedursi limitate informazioni dirette ed altre unicamente indirette. Si ritiene certamente adeguato un tale approccio, per analogie, considerando il carattere distruttivo delle indagini che sarebbero richieste per ripetere l'indagine dell'Arcobaleno anche su questo e sugli altri edifici.

7.2 INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRINCIPALI NEL SISTEMA STM

Il sistema STM è costituito da:

- fondazioni su plinti isolati gettati in opera
- pilastri in c.a. prefabbricati monolitici che si elevano dal vespaio interrato alla copertura, con pulvini di appoggio delle travi principali del piano di calpestio e della copertura
- travi in c.a., prefabbricate a sezione piena a "T rovescio" per le campate intermedie
- "grandi pannelli" sul perimetro anche con funzione portante dei solai
- solai unidirezionali realizzati, sia al piano di calpestio che in copertura, con tegoli prefabbricati ad armatura lenta con sezione a "pi greco".

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

Come già precisato, si fa ampio riferimento ai risultati delle indagini dirette di tipo parzialmente distruttivo svolte nel 2014 presso L'Arcobaleno. Il motivo dell'indagine estesa presso L'Arcobaleno, con alcuni saggi comparativi, già nel 2014, presso altri edifici appartenenti al medesimo sistema STM, derivava dalla constatazione che, nella costruzione del predetto edificio, si erano verificate alcune "anomalie" esecutive nei collegamenti Tegolo-Trave e Tegolo-Pannello.

Inoltre l'Arcobaleno, come gli altri edifici, nel 2010 è stata oggetto di "verifica sismica" ai sensi delle NTC allora vigenti.

Si è proceduto dapprima con l'esame della documentazione progettuale dell'epoca che si è riuscita a reperire, esaminando in maniera comparata quella relativa alle sei scuole (asili nido e materne) caratterizzate dal medesimo sistema costruttivo prefabbricato: trattasi di sei edifici, a due a due identici nella disposizione degli elementi strutturali.

L'esame comparato si è reso necessario anche per sopperire ad una carenza di specificazione dei dettagli costruttivi dei pannelli di parete usati in questo edificio, ma evidentemente identici a quelli usati in altre scuole per le quali invece erano stati forniti sufficienti dettagli sulle armature e sulle modalità realizzative. Fin d'ora si precisa che, comunque, non è stata reperita tutta la documentazione tecnica. ciononostante, si ritiene, avendo messo a confronto i documenti tecnici recuperati con i sondaggi svolti sul costruito, di essere riusciti a chiarire gli aspetti controversi sopra evidenziati.

Dalla relazione tecnica di progetto dell'edificio Arcobaleno (e anche dalle relazioni relative agli altri edifici analoghi) si è potuto facilmente rilevare (affermazione esplicitamente riportata in premessa alle relazioni di calcolo strutturale) che il sistema costruttivo prefabbricato, a cui appartengono i pannelli perimetrali posti in opera, era <<dotato di idoneità tecnica del Consiglio superiore dei lavori pubblici, in conformità della Circ. 6090 Min. LL.PP. del 11.8.1969>> (la certificazione di idoneità tecnica veniva rilasciata anche a seguito di prove e sperimentazioni eseguite sugli elementi strutturali e sui loro collegamenti).

Il sistema prefabbricato impiegato è definibile "a grandi pannelli" e l'aver impiegato, per l'appunto, "grandi pannelli" (ovvero pannelli di parete con altezza pari ad almeno l'interpiano e di larghezza non inferiore a 100 cm) con funzione portante e non unicamente di tamponamento era del tutto conforme alla norma citata (che allora costituiva l'unico riferimento normativo per le opere prefabbricate, sia per le zone "sismiche" che per le zone "asismiche").

Dalla suddetta Circolare 6090 / 1969 si deduce che era previsto per i suddetti sistemi prefabbricati a "grandi pannelli" anche l'impiego di calcestruzzo alleggerito.

Quanto sopra precisato non comporta di per sé la dimostrazione che la specifica costruzione sia sufficientemente sicura, ma serve, quanto meno, a chiarire che quantomeno era stata seguita una "affidabile regola dell'arte".

Relativamente all'aspetto dei collegamenti fra i vari elementi strutturali del sistema, come in precedenza detto, non è stata trovata documentazione progettuale esplicita e specifica, né per l'Arcobaleno, né per gli altri edifici, salvo rilevare alcuni dettagli di armature (dalle distinte di produzione dei pannelli) ed alcuni particolari esecutivi di sedi predisposte per elementi di connessione (dalle distinte di produzione dei pilastri, delle travi e dei tegoli), che hanno consentito di formulare ipotesi ragionate, anche alla luce sia delle norme tecniche dell'epoca, sia di una sufficientemente estesa bibliografia (in primis. Pereswiet-Soltan "Edilizia residenziale prefabbricata" ITEC-La prefabbricazione, 1980) riguardante lo stato dell'arte nei sistemi prefabbricati di quel periodo.

Pertanto, formulate alcune ipotesi sulla più plausibile modalità di realizzazione dei collegamenti nel nostro caso, si è proceduto con sondaggi mirati, moderatamente distruttivi sull'Arcobaleno, che hanno consentito di chiarire diversi aspetti se non altro sotto il profilo dell'adeguatezza della concezione progettuale e (con precisione certamente inferiore) sotto il profilo della conforme esecuzione in opera.

Ispezioni visive ed alcuni sondaggi diretti sono stati svolti anche presso altri edifici caratterizzati dallo stesso sistema costruttivo, fondamentalmente per acquisire elementi di conferma mediante indagini comparative.

Collegamento tegolo/pannello

Esso costituisce indubbiamente l'aspetto più importante e critico, poiché i dati geometrici desumibili dalla documentazione tecnica reperita e i primi rilievi visivi in opera evidenziavano che l'appoggio del tegolo era stato realizzato su di una sella ricavata sul pannello profonda non più di 11 cm, quindi già di per sé molto ridotta, con elevata probabilità di errori ed imperfezioni esecutive che avrebbero potuto ridurre ulteriormente la dimensione dell'appoggio reale. In tali condizioni, l'eventualità di una carenza (e/o la non dimostrata esistenza) dei collegamenti fra i due elementi strutturali avrebbe costituito una criticità gravissima. I sondaggi (parzialmente distruttivi, attenti comunque a non intaccare l'integrità degli elementi prefabbricati) sono stati indirizzati, in mancanza di altre indicazioni, alla ricerca di un ipotizzabile collegamento fra i ferri di testata dei tegoli ed i ganci debordanti alla sommità del pannello predisposti per il sollevamento del medesimo), inglobato all'interno del cordolo sommitale integrativo realizzato in opera.

Tale ipotesi non è stata confermata, ma è stata rilevata l'avvenuta realizzazione di un incatenamento indiretto fra tegolo e pannello tramite il cordolo integrativo gettato in opera, che acquisisce quindi una importanza fondamentale nella connessione: il tegolo è connesso ad uno dei ferri superiori del cordolo, mediante una forcilla in tondino d'acciaio che abbraccia il ferro suddetto e si inserisce in un tubo verticale annegato in fase di prefabbricazione nella testata delle nervature del tegolo a doppio T, ed il pannello è collegato al cordolo in virtù di un ferro di armatura inferiore passante all'interno degli occhielli dei ganci di sollevamento; la trasmissione delle azioni orizzontali che possono esplicarsi fra tegolo e pannello è quindi affidata alla resistenza a taglio nel piano orizzontale di un cordolo in calcestruzzo, gettato in opera, delle dimensioni in sezione di cm 10x30 circa, privo di staffe.

L'ulteriore criticità relativa a tale collegamento è inerente il livello di carico concentrato sul materiale "calcestruzzo alleggerito" provocato dall'appoggio della nervatura del tegolo sulla sella predisposta sul pannello; la profondità di appoggio varia da 10 a 7 cm; la larghezza della nervatura del tegolo è di 11 cm e, pertanto, la concentrazione delle pressioni in tale zona limitata è teoricamente ancora ammissibile, ma possibili azioni di degrado sui lembi della sella possono alterare gravemente tali condizioni di equilibrio.

Infine, anche sotto il profilo della coerenza con le disposizioni normative adottate all'epoca della costruzione, i cordoli integrativi dovevano realizzare un adeguato incatenamento perimetrale che richiede l'inglobamento dei ferri entro un getto continuo e sufficientemente compatto per evitare scorimenti dell'incatenamento rispetto agli elementi collegati: ecco dunque un ulteriore motivo, di rilevanza anche formale oltreché sostanziale, per dover ripristinare, con un adeguato e semplicissimo intervento manutentivo, la continuità dei cordoli integrativi.

Le ispezioni (agosto 2016), unicamente di tipo visivo in questa fase, ma estese e sistematiche, eseguite (dal tecnico che ha redatto il progetto preliminare) presso La Chiocciola, La Betulla e Lo Scoiattolo hanno consentito di concludere che vi è corrispondenza del sistema costruttivo, senza aver rilevato le irregolarità esecutive (vespai diffusi ed accentuati), riscontrate nel 2014 presso l'Arcobaleno.

Collegamento tegolo/trave

In alcune posizioni, in relazione alla conformazione planimetrica dell'edificio, il tegolo, anziché poggiare sul pannello di parete, poggia su travi prefabbricate "a T rovescio" (nelle campate interne).

Dalle distinte di produzione delle travi, si desume che sulle ali, ad interasse regolare di 60 cm, erano predisposti pozzetti presumibilmente per l'alloggiamento di connettori (spine) che avrebbero dovuto essere inseriti nei tubi inghisati nelle testate delle nervature dei tegoli (di cui si è già detto), aventi identico passo, fino a prolungarsi all'interno dell'ala della trave (tali spine-

connettori avrebbero dovuto avere una lunghezza di almeno 35-40 cm, considerando che la testata della nervatura del tegolo è di 30 cm, l'ala della trave è alta 20 cm e il pozzetto, realizzato all'interno dell'ala, è profondo 10 cm).

Tale ipotizzato collegamento (quale era stato possibile definire per deduzione logica, alla luce dei particolari costruttivi rilevati), tipico nei sistemi prefabbricati analoghi e peraltro già idoneo a garantire anche alcune preliminari capacità sismiche, avrebbe potuto essere realizzato anche "a secco", ovvero senza necessità di inglobarlo all'interno di getti integrativi.

Presso l'Arcobaleno è stata invece rilevata la presenza di cordoli integrativi in opera anche in tali posizioni, diversamente da quanto rilevato presso l'edificio gemello del Bruco-Trottola: tale particolarità non poteva non richiedere approfondimenti, per cercare di capire il motivo per il quale presso l'Arcobaleno era stata introdotta una lavorazione certamente onerosa e che non avrebbe dovuto avere necessità di essere eseguita, come confermavano i sondaggi comparativi svolti sul Bruco-Trottola.

Non potendo procedere con un'indagine diretta (che sarebbe risultata eccessivamente distruttiva) sull'interfaccia dei due elementi strutturali che dovevano essere collegati, in una prima fase, si è proceduto con un sondaggio sull'estradosso della copertura, rintracciando la presenza di spinotti, costituiti da spezzoni di tondini d'acciaio, inseriti entro i tubi di testata delle nervature delle coppelle, incatenati con un ferro longitudinale posto in corrispondenza delle testate dei tegoli, parallelamente e superiormente all'ala della trave su cui quest'ultimi poggiano. In una delle tre posizioni in cui è stato eseguito il sondaggio, risultando lo spinotto libero entro il tubo del tegolo non sufficientemente intasato dal getto integrativo, si è proceduto a sfilare il medesimo, riscontrando che la sua lunghezza non era sufficiente a raggiungere l'ala della trave e pertanto non risultava idoneo a realizzare una seppur minimale connessione fra tegolo e trave nel modo ipotizzato; in tale prima fase non risultava possibile avere alcun riscontro diretto dell'esistenza di alcuna altra connessione fra il cordolo integrativo e l'ala della trave, anche volendo attribuire all'accrocco rilevato una relativa capacità di connessione fra tegolo e cordolo integrativo.

Sono stati quindi eseguiti alcuni sondaggi presso il Bruco-Trottola, per cercare riscontri sulle modalità di esecuzione delle connessioni Tegolo/Trave; presso quest'ultimo edificio, sull'ala della trave su cui poggiano i tegoli, non è stato eseguito (come prima si diceva) il getto integrativo, ma è visibile l'appoggio diretto della nervatura del tegolo sull'ala della trave mediante una piastrina di gomma; la profondità di appoggio è di circa 10 cm; fra una nervatura e l'altra, sull'ala della trave, è stato possibile individuare un "pozzetto" predisposto di 4 cm di diametro e profondo circa 10 cm, corrispondente quindi ai particolari esecutivi indicati nella documentazione d'archivio rinvenuta;

i sondaggi eseguiti sulla copertura hanno consentito di individuare i tubi-guida predisposti sulle testate delle nervature dei tegoli, che sono risultati intasati di malta posta in opera per sigillare uno

spinotto realizzato con uno spezzone di tondino fi 12, la cui testa è stata individuata circa 3-4 cm sotto il filo dell'estradosso del tegolo; è evidente che l'esito del sondaggio consente unicamente di avere conferma che il sistema costruttivo previsto contemplava l'inserimento di spine di connessione (contro i movimenti nel piano orizzontale) diretta fra tegolo e trave, ma non garantisce che il medesimo spinotto si prolunghi fino ad innestarsi nella trave; pertanto il sondaggio ci rassicura sulla concezione progettuale del sistema ma non ci fornisce una prova diretta sulla corretta esecuzione; in riferimento all'Arcobaleno, il suddetto sondaggio comparativo svolto presso il Bruco-Trottola, conferma l'incertezza sulla funzione del cordolo integrativo riscontrato presso tale primo edificio scolastico.

Si è pertanto deciso di estendere l'ispezione visiva presso l'Arcobaleno degli appoggi dei tegoli sulle travi, con lo scopo di raccogliere nuovi elementi conoscitivi o almeno altri indizi utili a rendere ragione della diversa modalità esecutiva dell'appoggio fra i due edifici, potendo ritenere quello del Bruco-Trottola coerente con gli schemi progettuali a disposizione, mentre quello dell'Arcobaleno non esattamente inquadrabile.

In tale seconda fase di sondaggi, in corrispondenza di un appoggio di tegolo sull'ala della trave, è stata individuata una profonda fessurazione con distacco del copriferro; rimosso il copriferro, si è potuto rilevare che la testata della nervatura del tegolo era munita del previsto tubo-guida, che da questo fuoriusciva all'intradosso uno spinotto realizzato con uno spezzone di fi 12, che si prolungava fin dentro il pozzetto di 4 cm di diametro realizzato nell'ala della trave, in esatta corrispondenza con quanto già rilevato presso il Bruco-Trottola; pertanto si è ottenuta conferma di una adeguata progettazione ed effettiva realizzazione del collegamento diretto Tegolo/Trave.

Al tempo stesso si acquisiva convinzione riguardo il motivo della realizzazione del getto integrativo del cordolo: molto probabilmente presso l'Arcobaleno si era verificato in fase di montaggio un eccessivo distacco fra parete della trave e testata del tegolo, tale da indurre il costruttore a inserire il cordolo integrativo di sigillatura, anche nel tentativo di ripristinare la estensione della superficie d'appoggio del tegolo sull'ala; quest'ultimo obiettivo non può però ritenersi che sia stato adeguatamente raggiunto e l'estensione dell'appoggio del tegolo sulla trave deve continuare ad essere ritenuta troppo esigua.

Per questo aspetto, si è ritenuto necessario provvedere inserendo adeguati collegamenti tegolo-trave mediante squadrette metalliche e tasselli meccanici, secondo modalità ormai collaudate (anche sotto il profilo della loro facilità ed affidabilità esecutiva) nei casi di strutture prefabbricate nelle zone del sisma del 2012. L'intervento, peraltro, è anch'esso di modesta rilevanza economica; certamente, anche sotto tale profilo, più conveniente rispetto ad una ipotetica prosecuzione di sondaggi distruttivi finalizzati ad un accertamento più esteso sull'adeguatezza degli appoggi tegoli/trave.

Presso La Chiocciola, La Betulla e Lo Scoiattolo, le ispezioni unicamente visive svolte in maniera sistematica nell'agosto 2016, hanno consentito di avere conferma del sistema costruttivo e della modalità dei collegamenti, senza la "anomalia" riscontrata presso l'Arcobaleno (getto di sigillatura sull'ala della trave principale); presso La Betulla e Lo Scoiattolo le "gambe" dei Tegoli risultano abbastanza ben accostati alla parete della Trave a "T rovescio", mentre presso La Chiocciola, l'appoggio dei tegoli sull'ala di una trave risulta scenterato di circa 7,00 cm; è altresì evidente che l'ispezione visiva dall'intradosso (avendo rimosso il controsoffitto) non consente di avere, in nessun caso, alcuna certezza sull'effettiva presenza ed efficacia delle spine di collegamento, mentre, laddove è stato riscontrato lo scenteramento dell'appoggio, considerazioni anche unicamente di tipo geometrico, portano ad escludere che possano essere stati realizzati collegamenti, mediante spine nei pozzetti predisposti sulle ali delle travi, sufficientemente efficaci. Restano pertanto gravi incertezze, in generale, sulla efficacia dei suddetti collegamenti, tali da rendere imprescindibili interventi per l'inserimento ex novo di collegamenti di ogni "gamba" dei tegoli alle ali delle travi, anche ai fini della sola plausibilità del modello numerico che vuole rappresentare il comportamento della costruzione sotto azione sismica.

Collegamento tegolo/pilaastro

Le travi, di cui al punto precedente, poggiano su pulvini realizzati monoliticamente con i pilastri; dagli schemi esecutivi di progetto, si può rilevare che le travi, in corrispondenza dell'appoggio sui pulvini, presentano due fori, incamiciati con tubi metallici adeguatamente contenuti entro staffature in testa alle travi; sul pulvino sono indicati, in posizione corrispondente, boccole o pozzetti per il collegamento tramite spine o tirafondi.

E' stato eseguito un sondaggio all'estradosso della copertura, in corrispondenza delle suddette posizioni, rilevando che il sistema di connessione è realizzato mediante una coppia di tirafondi con piastra e dadi di serraggio superiore, ovvero secondo un sistema ricorrente nel rispetto delle regole dell'arte, riconoscibile fra quelli idonei a garantire anche una apprezzabile capacità sismica.

Naturalmente, anche in questo caso, l'accertamento diretto di un adeguato prolungamento del connettore entro il pulvino non è stato possibile, non potendosi certamente ipotizzare un'indagine tanto distruttiva, ma si è ritenuto sufficiente acquisire la conferma che il sistema di connessione è stato progettualmente concepito in maniera adeguata ed appare coerentemente realizzato.

Le ispezioni, unicamente visive dell'agosto 2016 dall'intradosso, anche nei casi della Chiocciola, della Betulla e dello Scoiattolo hanno consentito di avere riscontro di tale sistema costruttivo.

Collegamento verticale fra pannelli di parete

Dall'esame dei dettagli di armatura dell'ordinativo di produzione dei pannelli di parete di vari edifici, è stato possibile formulare l'ipotesi che i medesimi fossero predisposti per la realizzazione quanto meno di "chiavi elastiche" e/o "giunti di semplice incatenamento" verticali, secondo modalità corrispondenti alle regole dell'arte dell'epoca e tipiche di quel sistema costruttivo (cap. 4.2 della Circ. 6090/1969); la tipologia della connessione (costituita da occhielli, inghisati nei due pannelli che devono essere accostati in posizioni combacianti, entro cui deve essere inserito un tondino d'acciaio in direzione verticale per tutta l'altezza del pannello, con getto integrativo o intasamento di malta) potrebbe consentire anche l'ipotesi che fosse previsto un vero e proprio "giunto organizzato"; ciò dovrebbe essere confermato dal rilievo della geometria dello "sgolo" predisposto nello spessore del pannello, che dovrebbe avere profondità variabile lungo l'altezza, in modo da consentire l'esplicarsi di un meccanismo resistente "a traliccio" con bielle di calcestruzzo in compressione lungo lo sviluppo verticale del giunto, secondo geometrie tipiche di tali sistemi costruttivi. L'accertamento di tale geometria nella conformazione degli incavi sarebbe risultata eccessivamente distruttiva e quindi è stata tralasciata; d'altro canto si è ritenuto sufficiente, in questa fase, avere la conferma di una adeguata realizzazione di "chiavi elastiche" e/o "giunti di semplice incatenamento".

Il sondaggio sui giunti verticali ha consentito anche di rilevare che il ferro verticale è stato prolungato in sommità fino ad incatenarsi con il cordolo integrativo orizzontale realizzato fra tegolo e pannello (come descritto precedentemente) ed anche prolungato in basso fino ad inserirsi nel cordolo di base perimetrale prefabbricato, che sostiene i pannelli, realizzando quindi, in tale modo, anche un discreto presidio alla base contro una eventuale perdita della posizione di appoggio del pannello.

Le ispezioni visive sugli altri edifici, svolte nel 2016, hanno confermato la corrispondenza del sistema costruttivo di cui sopra, risultando tuttavia opportuno una più approfondita indagine sul prolungamento dei ferri delle chiavi elastiche entro il cordolo di copertura ed entro le travi di appoggio a livello del solaio di calpestio, opportunamente integrata con interventi per la realizzazione ex novo dei collegamenti, secondo modalità abbastanza semplici, anche per limitare il carattere distruttivo di sondaggi esaustivi.

Tale aspetto, risulta di fondamentale importanza anche ai fini di acquisire conferma della plausibilità del modello numerico della costruzione che si sta ipotizzando.

Appoggio degli architravi in corrispondenza delle logge

Nell'edificio vi sono alcune vele, in sommità ad ampie finestrate, nelle pareti in direzione longitudinale, ovvero parallelamente all'asse dei tegoli; esse portano solo se stesse e il peso del cassonetto della avvolgibile. Esse non risultano avere un appoggio diretto sui pannelli di parete adiacenti, ma sembrano semplicemente accostate; tuttavia non risultano segni di cedimento. È stato rilevato unicamente un vitone di ancoraggio lungo lo sviluppo del tegolo sovrastante: la ricerca di ulteriori modalità di sostegno, quali plausibilmente potrebbero ipotizzarsi, comporterebbe indagini eccessivamente distruttive. Considerata la scarsa rilevanza strutturale di tali elementi e l'assenza di quadri fessurativi e/o di dissesto, si ritiene che si possa confidare su di una adeguata realizzazione dei collegamenti, per quanto non documentata (si ipotizza che il collegamento sia garantito tramite il cordolo integrativo realizzato in opera, in maniera analoga a quella maggiormente approfondita per il caso di seguito esposto).

Nella direzione trasversale, perpendicolare all'asse dei tegoli, vi sono invece architravi di chiusura di sei logge, che svolgono, in questo caso, funzione portante, per il sostegno dei tegoli di copertura, con carichi non irrilevanti.

Anche per queste ultime posizioni, si è presentato un quadro di incertezze analogo a quello sopra evidenziato per le vele sopra le finestre.

L'unica ipotesi plausibile che può formularsi è che il sostegno sia garantito dai pannelli adiacenti tramite il cordolo integrativo realizzato in opera, senza tuttavia che risulti sufficientemente provata la modalità per una efficace connessione fra cordolo ed architrave prefabbricato e senza che i dettagli di progetto consentano di confermare l'ipotesi di cui sopra.

L'accertamento diretto risulterebbe estremamente distruttivo per tali elementi, al punto che l'onere esecutivo ed economico per sopperire alla carenza di accertamento mediante l'immediato inserimento di adeguati sostegni (piedritti metallici di sostegno ai bordi della loggia, potendosi plausibilmente dedurre che gli elementi prefabbricati sono in grado di ricevere il carico e di trasferirlo fino agli appoggi, risultando questi ultimi invece critici) può essere ritenuto inferiore rispetto a quello delle opere provvisorie necessarie per eseguire i sondaggi e al ripristino finale.

Pertanto si ritiene opportuno, anziché procedere con ulteriori accertamenti su tale aspetto, inserire i piedritti di cui sopra.

Anche nell'Arcobaleno e nella Betulla vi sono architravi analoghi per forma e posizione nello schema planimetrico: l'ispezione visiva dall'intradosso, avendo rimosso il controsoffitto, anche in questo caso, non ha consentito di risolvere le incertezze sopra evidenziate. Nel caso dello Scoiattolo, gli architravi sono due.

Ulteriori considerazioni sui dettagli costruttivi desumibili dagli "ordinativi" degli elementi dei vari edifici conferma l'idea che tali architravi siano sostenuti dai pannelli di parete adiacenti

unicamente tramite il cordolo sommitale di sigillatura, della cui incerta affidabilità si è già dato evidenza, e, probabilmente, anche tramite la chiave elastica di collegamento, che, tuttavia, è limitata ad un breve tratto sotto la copertura.

Collegamento del solaio di copertura alle pareti perimetrali in direzione longitudinale (quella parallela all'asse dei tegoli)

La stessa normativa tecnica di riferimento dell'epoca precisa e prescrive che il sistema costruttivo "a grandi pannelli" debba garantire un adeguato "comportamento scatolare". Tale caratteristica è fondamentale, come noto, per esplicitare capacità sismica. Nel nostro caso, considerata la snellezza degli elementi strutturali e la notevole pesantezza della copertura, rispetto ai tradizionali edifici in muratura, a cui il sistema (come precisato dalla citata Circolare 6090 / 1969) deve essere assimilabile nel suo comportamento globale, la possibilità di un comportamento scatolare ha ancor più rilevanza anche per le sole azioni gravitazionali.

Nell'ambito di questa problematica, il primo aspetto è relativo alla sicurezza e stabilità dell'appoggio tegolo/pannello di parete (come analizzato precedentemente) ma, subito dopo, occorre accertare che vi siano anche pareti e/o elementi "di controventamento".

In pianta è individuabile un discreto sistema di pareti disposte secondo due direzioni fra loro perpendicolari; ma occorre anche accertare che il solaio di copertura, che esplica la più rilevante azione orizzontale in condizione sismica, possa adeguatamente evocare la resistenza del sistema di controvento in ognuna delle due direzioni. Se lungo la direzione dei pannelli su cui scaricano i tegoli (purtroppo i solai hanno orditura unidirezionale), avendo accertato l'esistenza dei collegamenti, può ritenersi –almeno in termini qualitativi- che si espliciti un adeguato trasferimento della sollecitazione dal solaio alle pareti, per la direzione perpendicolare occorre comprendere attraverso quali meccanismi resistenti la spinta sismica può evocare la resistenza delle pareti in tale direzione.

Si è fatto riferimento all'azione sismica e al modo in cui essa può essere scaricata a terra ma non si deve dimenticare che le stesse norme vigenti all'epoca della costruzione, come prima si diceva, richiedevano che un tale "meccanismo globale" risultasse esplicitabile anche a prescindere dalla azione sismica. Ciò in quanto per tali sistemi costruttivi, come per quelli in muratura, il comportamento scatolare deve costituire un indispensabile presidio, sia contro altre possibili azioni orizzontali, sia nei confronti di probabili eccentricità dei carichi sulle pareti e di criticità localizzate (quali, nel nostro caso, possibili insufficienti appoggi dei tegoli sui pannelli, cedimenti e imperfezioni di montaggio).

A tal fine, le norme citate richiedevano, anche per le zone "asismiche", incatenamenti lungo il perimetro, tali quindi da garantire quanto meno una "chiamata" dei "muri di controventamento" tramite i "muri portanti", gli uni incatenati agli altri: nel nostro caso tali incatenamenti sono stati

riscontrati, anche se mediante sondaggi numericamente esigui (contestualmente alla ricerca delle connessioni fra i vari elementi strutturali).

Un più adeguato comportamento scatolare dovrebbe essere garantito tramite un ulteriore sistema di connessioni dirette fra l'impalcato di copertura e le pareti su cui non poggiano direttamente i tegoli.

Al riguardo, è stato possibile verificare (con ispezione generalizzata all'intradosso della copertura e sondaggio all'estradosso in un punto, a campione) che i tegoli di bordo esterno sono collegati ai pannelli di parete affiancati mediante tre bulloni M16 ad interasse quindi di cm 300 circa con connesso sistema di incatenamento al cordolo integrativo realizzato in opera anche fra tegoli e pannelli nella direzione longitudinale (di orditura dei tegoli).

L'indagine esclusivamente visiva e dall'intradosso del 2016 ha consentito di avere riscontro di tale sistema costruttivo.

7.3 RILIEVO FOTOGRAFICO SISTEMA STM

Nella relazione fotografica sono riportate le immagini riprese presso la Chiocciola, di seguito si riportano le immagini dei sondaggi effettuati presso l'Arcobaleno al fine di esplicitare al meglio le caratteristiche del sistema STM

Foto 1,2

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione portante)

È visibile il "gancione di sollevamento" del pannello di parete che si prolunga all'interno del cordolo integrativo, incatenando il ferro inferiore del cordolo medesimo, come direttamente rilevato con il sondaggio successivo; il gancione è disassato rispetto all'appoggio della nervatura del tegolo di circa 20 cm.

Foto 3,4,5

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione portante)

In posizione diversa dalla precedente, in corrispondenza di altra nervatura di tegolo, è stato individuato un identico incatenamento fra il "gancione di sollevamento" (contenuto entro i tralicci verticali di armatura del pannello) ed il ferro inferiore del cordolo integrativo: il gancione termina con un occhiello fuoriuscente dall'elemento prefabbricato, entro cui è stato inserito il ferro inferiore prima del getto del cordolo integrativo; si rileva la presenza di "vespai" e discontinuità nel getto del cordolo integrativo.

Foto 6,7

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione portante)

Idem come sopra, in posizione diversa: nella parete contrapposta.

Foto 8,9,10

Appoggio del tegolo sul pannello di parete

In tale posizione il tegolo poggia sulla sella ricavata in sommità al pannello per una profondità ridotta di soli 7 cm (in altre posizioni la profondità di appoggio è di 9,5 – 10 cm); è stato possibile riscontrare la presenza del tubo di alloggiamento del connettore, inghisato nella testata della nervatura del tegolo, come indicato nei dettagli di progetto dell'ordinativo tegoli (il tubo è visibile anche nelle foto 20 e 21, all'estradosso del solaio di copertura);

Foto 11

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione controventante)

Vista dall'intradosso dei bulloni di collegamento fra ala del tegolo e cordolo integrativo, lungo la direzione longitudinale (parallela all'asse dei tegoli); i pannelli di parete corrispondenti svolgono funzione meramente controventante, non essendo gravati dall'appoggio dei tegoli.

Foto 12,13,14

Collegamento architravi delle logge/pannelli di parete adiacenti

Gli elementi rilevabili sono alquanto incerti: i ganci visibili potrebbero corrispondere a quelli dei ferri di richiamo indicati nello schema dell'armatura dei suddetti architravi (denominati travi speciali nella distinta rinvenuta fra i documenti di archivio) e/o di ferri aggiuntivi inseriti nel cordolo integrativo a cavallo fra testata dell'architrave e pannello di parete adiacente; in tale ipotesi il sostegno dell'architrave sarebbe dato dai pannelli di parete adiacenti tramite il cordolo integrativo, peraltro privo di staffe (per quanto è stato possibile rilevare); d'altro canto, ove la testata dell'architrave si accosta al pannello di parete, sono rilevabili leggere setolature, senza che risultino cedimenti di rilievo; anche in questa posizione è riscontrabile una accentuata discontinuità nel getto del cordolo integrativo.

Foto 15

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione portante)

Vista dall'esterno del ferro inferiore del cordolo integrativo; la forcina che incatena la testata della nervatura del tegolo (più esattamente visibile nelle foto 20 e 21) non arriva ad abbracciare il ferro inferiore del cordolo integrativo.

Foto 16,17

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione portante)

Idem come foto 15, ma in posizione diversa.

Foto 18,19

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione portante)

E' stato rilevato il prolungamento del ferro costituente la chiave elastica verticale di connessione di due pannelli adiacenti, fino ad incatenarsi con i ferri orizzontali del cordolo integrativo.

Foto 20,21

Collegamento tegolo/pannello di parete (con funzione portante)

E' stata rilevata una forcella, inserita all'interno del tubo inghisato nella testata della nervatura del tegolo, che abbraccia uno dei due ferri superiori del cordolo integrativo: essa realizza quindi l'incatenamento fra tegolo e cordolo, ma non l'incatenamento diretto fra tegolo e pannello, poiché tale forcella (come evidenziato nelle foto 15,16 17) termina "sopra" il ferro inferiore e solo quest'ultimo risulta direttamente incatenato al pannello, come evidenziato da foto 3,4,5.

Foto 22,23

Collegamento trave/pulvino del pilastro

Sono stati individuate le teste dei tirafondi in corrispondenza delle sedi indicate nei dettagli costruttivi della trave e del pulvino del pilastro.

Foto 24,25

Collegamento tegolo/trave

E' stato individuato uno spinotto di collegamento fra uno dei ferri superiori del cordolo integrativo e il tubo inghisato nella testata della nervatura del tegolo; tale spinotto avrebbe dovuto prolungarsi per tutta la lunghezza del tubo fino ad inserirsi nei pozzetti predisposti nell'ala della trave, come indicati nei particolari costruttivi della trave; è visibile la mancata sigillatura del tubo col getto integrativo: ciò ha consentito di sfilare lo spinotto e constatare che la sua lunghezza non è sufficiente a realizzare il collegamento diretto del tegolo all'ala della trave "a T rovescio"; d'altro canto, pur volendo riconoscere a tale spinotto una funzione di collegamento del tegolo al cordolo integrativo, non è dimostrabile che sia stato realizzato un ulteriore distinto incatenamento fra cordolo integrativo e ala della trave.

Foto 26

Collegamento tegolo/trave

E' stato individuato in altra posizione uno spinotto analogo per funzione a quello di cui al punto precedente, tuttavia di foggia diversa; non è stato possibile verificarne la lunghezza e/o l'efficace connessione all'ala della trave; è stato esteso il sondaggio ad un ulteriore punto ove doveva essere realizzato il collegamento, riscontrando uno spinotto di foggia ulteriormente diversa;

Foto A, B, C, D, E

Collegamento tegolo/trave

Il sondaggio svolto presso il Bruco-Trottola ha consentito di accertare che sull'ala della trave sono predisposti "pozzetti" ogni 60 cm (e quindi con passo idoneo a coincidere con i tubi-guida predisposti nelle testate delle nervature dei tegoli), presumibilmente per l'inserimento di spinotti dall'estradosso della copertura; il sondaggio sull'estradosso della copertura ha consentito di rilevare il tubo guida e l'inserimento, all'interno di esso, di spinotti, senza tuttavia poterne rilevare la lunghezza e quindi accertare che essi si inseriscono effettivamente nell'ala della trave;

Foto F, G, H, I, L, M

Collegamento tegolo/trave

Un'ulteriore fase di sondaggi presso l'Arcobaleno ha consentito di rilevare l'effettiva esistenza degli spinotti; contestualmente è stata rilevata l'esiguità dell'appoggio del tegolo sull'ala della trave ed inoltre un diffuso quadro fessurativi, anche se non molto accentuato, che dimostra come la connessione sia stata sollecitata in maniera significativa: potrebbe ipotizzarsi che ciò sia riconducibile a spinte sismiche, oppure a cedimenti di fondazione differenziali (considerata anche la particolare geologia del sito), oppure ad inflessione dei tegoli con rotazione degli appoggi sotto carichi verticali rilevanti; in ognuna di tali ipotesi, si evidenzia comunque che il collegamento è soggetto a significativa sollecitazione;

Foto 27,28

Collegamento tegolo/pannello di parete (con mera funzione controventante)

In corrispondenza del vitone di cui alla foto 11, mediante sondaggio sulla copertura, è stata rintracciata la testa del medesimo, collegato ad una piastra metallica su cui è incatenato uno spinotto che si inserisce nel cordolo integrativo, presumibilmente incatenando i ferri del medesimo.

Foto 29

Trave di bordo a quota 0,00, di sostegno dei pannelli di parete

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

Si evidenzia che anche in corrispondenza del vano cantinato, in sommità ai muri in c.a., è stata inserita una trave prefabbricata, analoga a quelle che sostengono i pannelli di parete in tutte le altre posizioni: tale constatazione consente di attribuire al sondaggio sulla chiave elastica verticale, eseguita nella posizione di cui alle foto 30,31,32, significato generale; solo in tale posizione è stato possibile eseguire un sondaggio parzialmente distruttivo della trave, senza comprometterne la staticità, al fine di verificare che il ferro verticale della chiave elastica si prolunga fin dentro il corpo della trave, realizzando quindi un significativo bloccaggio della base del pannello sulla trave medesima.

Foto30,31

Chiave elastica dei giunti verticali fra pannelli adiacenti

Il sondaggio ha consentito di rintracciare gli occhielli combacianti (indicati nella distinta dei ferri di armatura dei pannelli di parete) emergenti all'interno degli sgoli predisposti per il getto integrativo della giunzione verticale; è stato anche individuato il ferro verticale di incatenamento degli occhielli suddetti, come tipico di tali sistemi di unione; il ferro verticale si prolunga fin nel corpo della trave su cui poggiano i pannelli di parete.



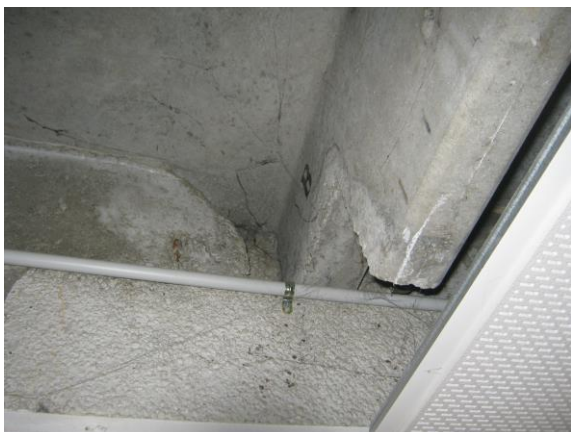
1



2

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



3



3bis



3ter



4



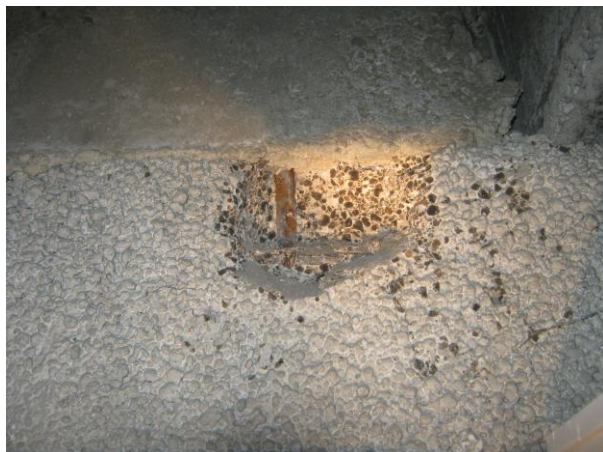
5



6

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



6bis



7



8



8bis



8ter



8 quarter

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



9



10



11



11bis



11ter



12

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



13



14



14bis



15



15bis



16

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



17



17bis



18



19



20



20bis

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



21



22



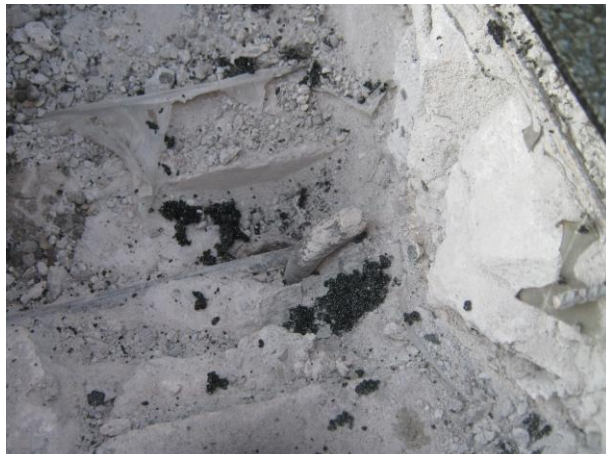
23



23bis



23ter



24

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



25



25bis



25ter



25quater



25quinqies



26

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



26bis



26ter



27



27bis



27ter



28

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



29



30



31



32



33



34

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



35



36



A



B



C



D

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



E



F



G



H



I



Ibis



L



M

7.4 PARTICOLARI COSTRUTTIVI SISTEMA "STM" (DESUNTI DALLA DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO E DEDOTTI A SEGUITO DEI SONDAGGI SVOLTI)

FIG. 1 COLLEGAMENTO TEGOLO / PANNELLO DI PARETE PORTANTE

1.a schema indicativo dell'appoggio del tegolo sopra alla sella predisposta in sommità al pannello di parete; dall'"ordinativo coppelle" relativo ad altro edificio realizzato con il medesimo sistema prefabbricato, si deduce che i tegoli dovevano essere "smancati" al fine di colare il getto del cordolo integrativo; la profondità della sella di appoggio è pari a $s/2$, ovvero pari a 11 cm; la profondità effettiva di appoggio rilevata varia da 10 cm (foto 12) a 7 cm (foto 8).

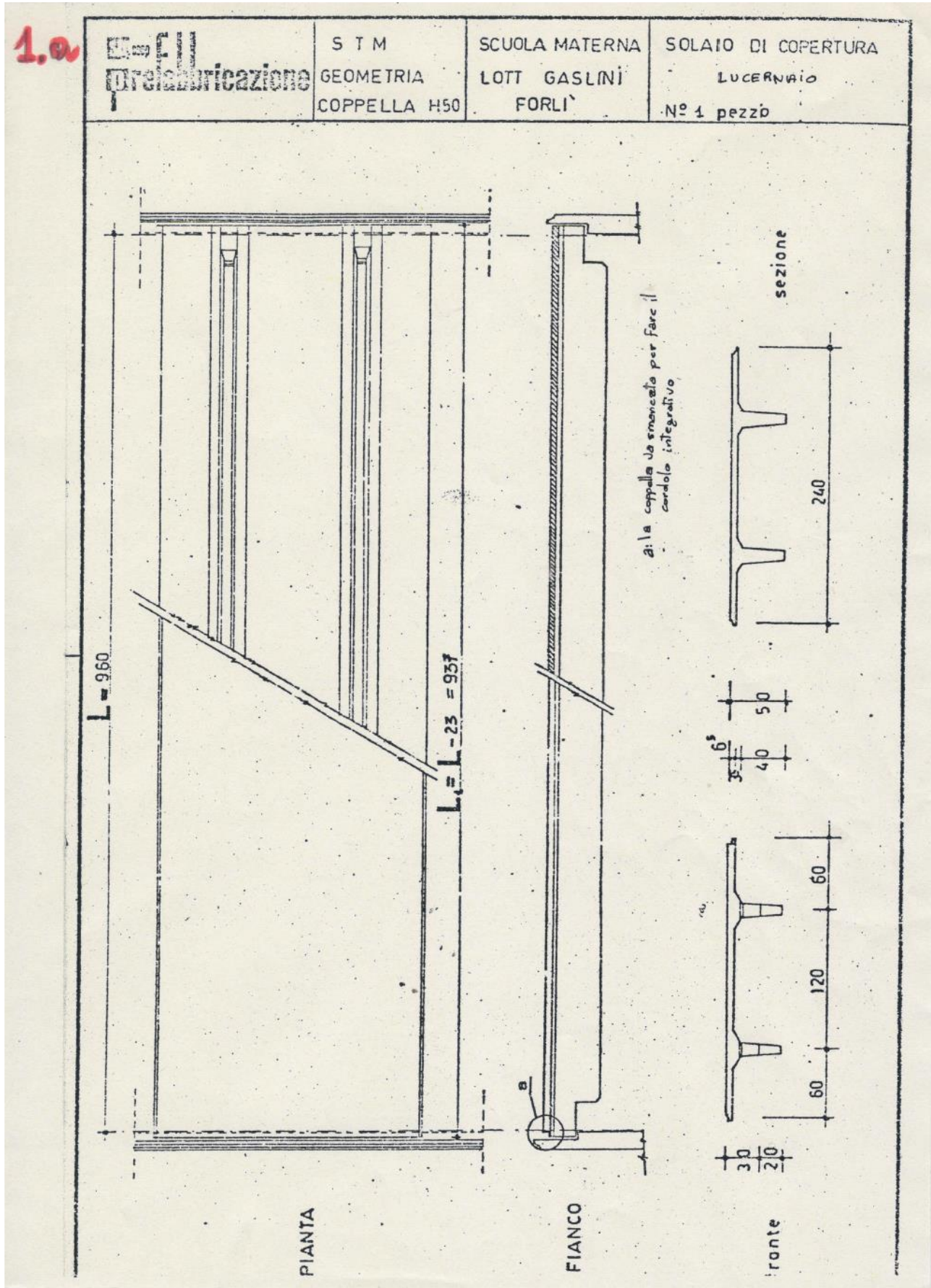
1.b dettaglio dei ferri di armatura del tegolo; nella testata delle nervature è inghisato un tubo-guida per l'alloggiamento delle spine di collegamento; tale dettaglio ha trovato riscontro nei sondaggi in opera.

1.c distinta delle armature dei pannelli di parete (di diversa dimensione, con e senza luci di porte e finestre); con la "posizione 5" sono indicati i gancioni di sollevamento, utilizzati anche per l'incatenamento con il ferro inferiore del cordolo integrativo

1.d schemi degli incatenamenti realizzati mediante il cordolo integrativo, dedotti dai sondaggi eseguiti.

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

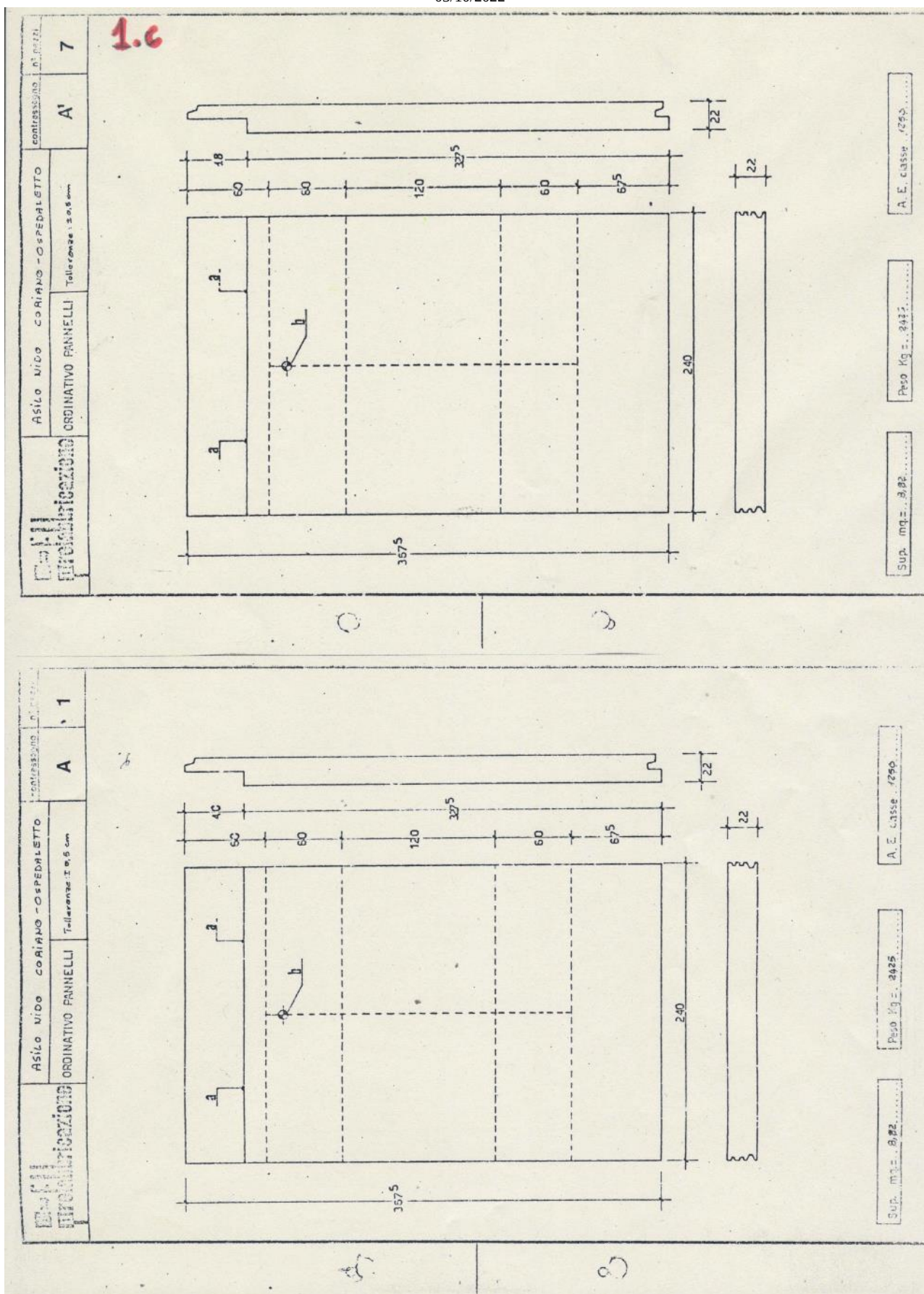
03/10/2022



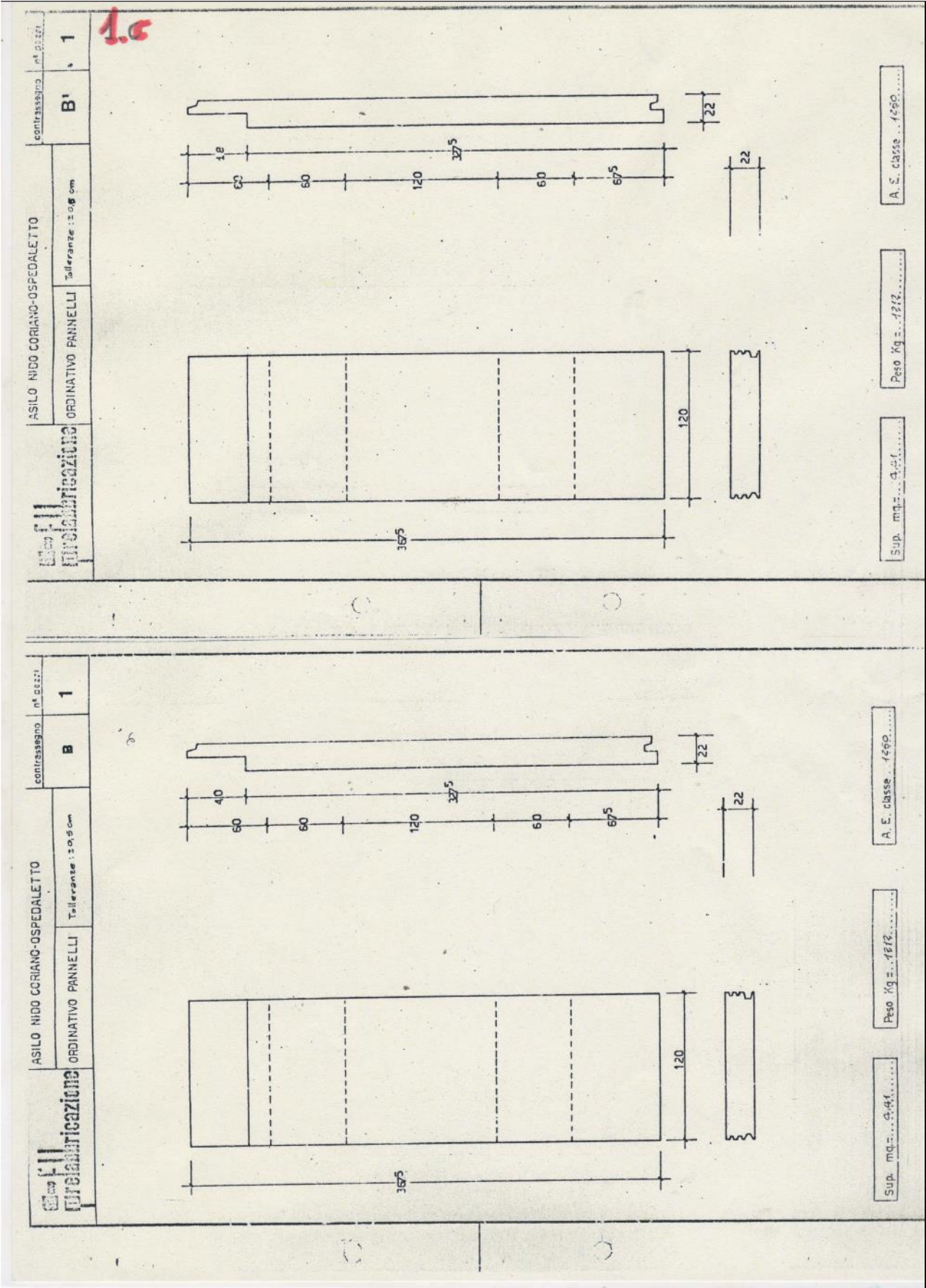
SCUOLA "ARCOBALENO"

03/10/2022



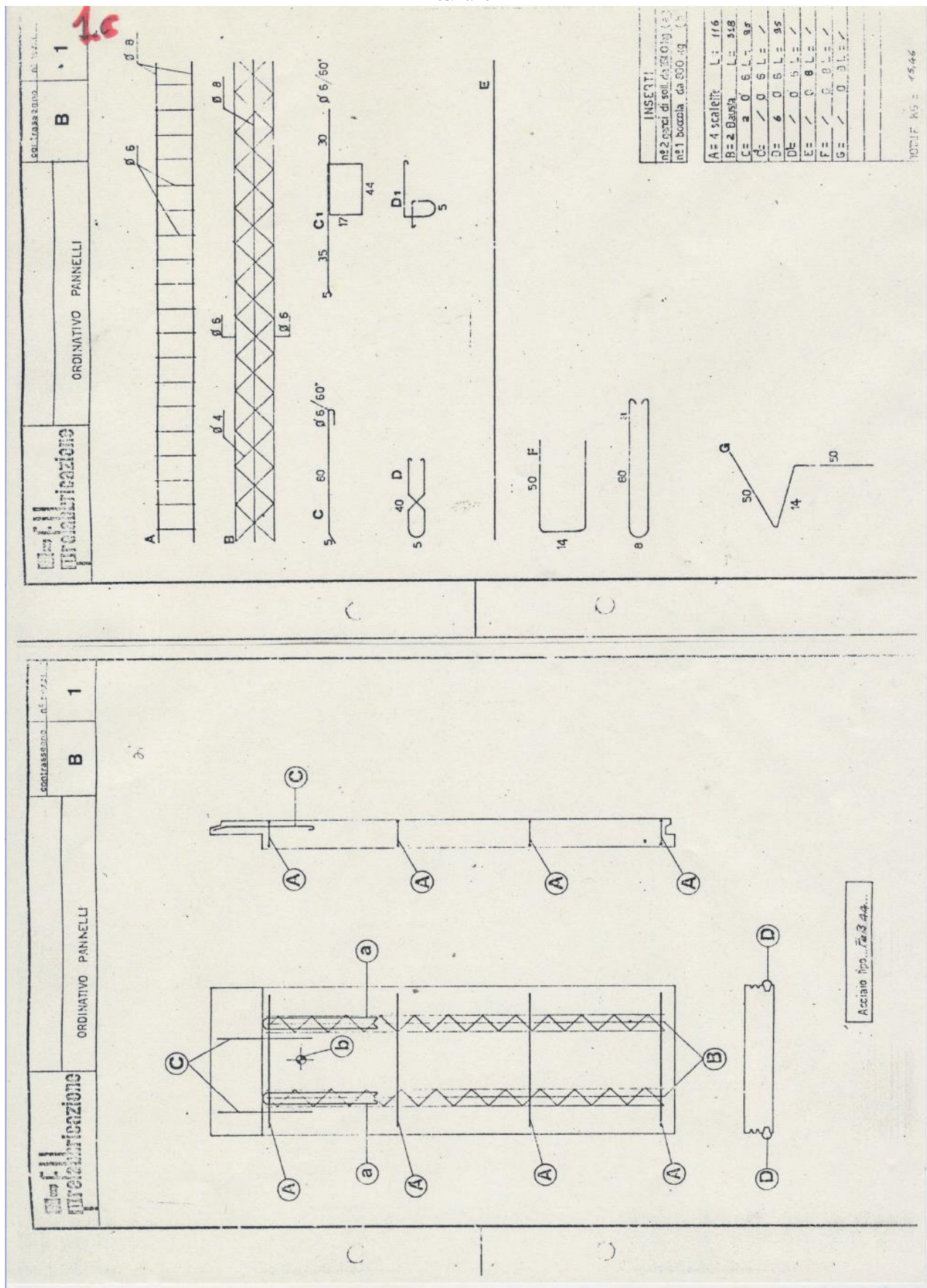


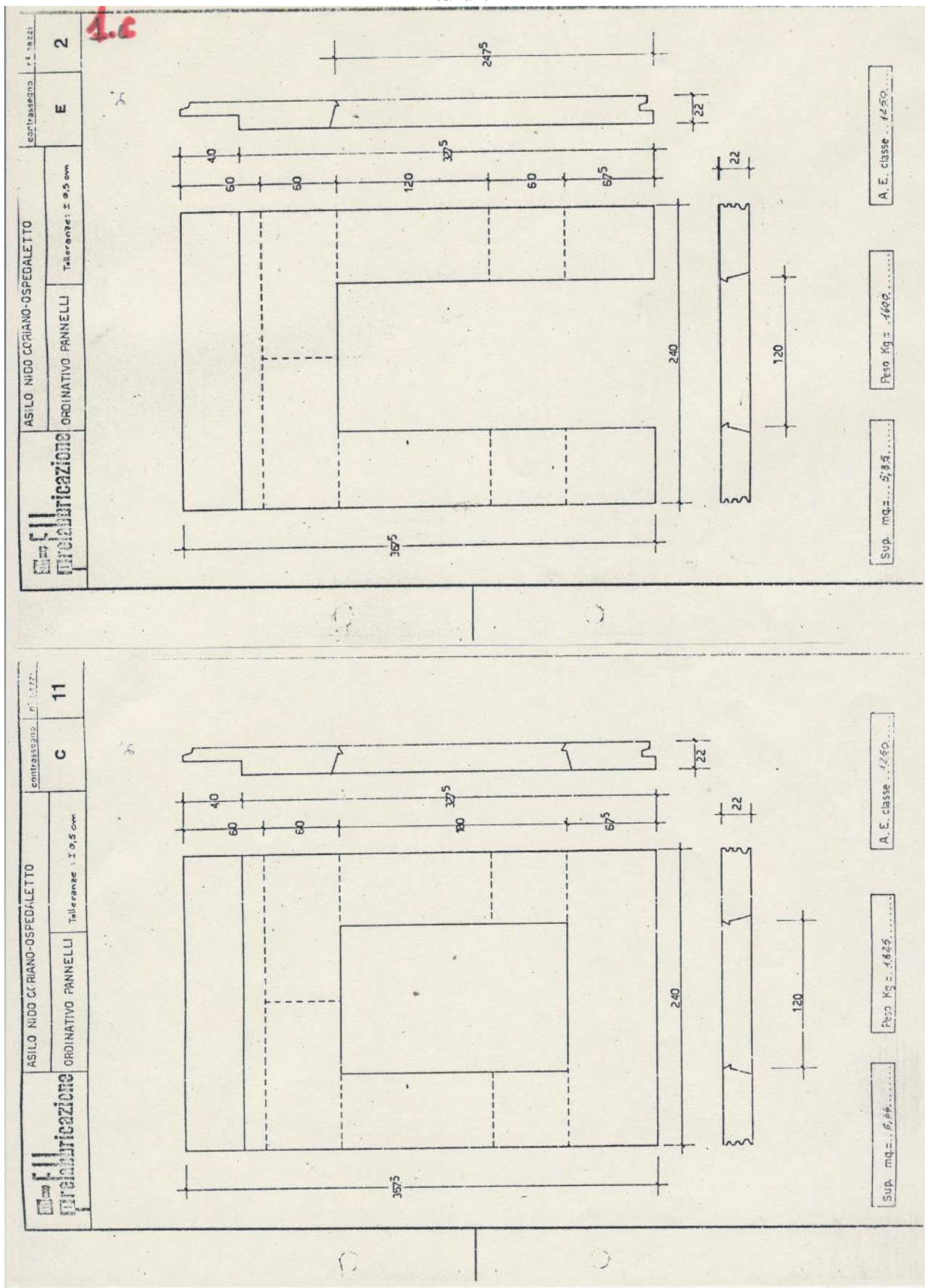




RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

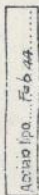


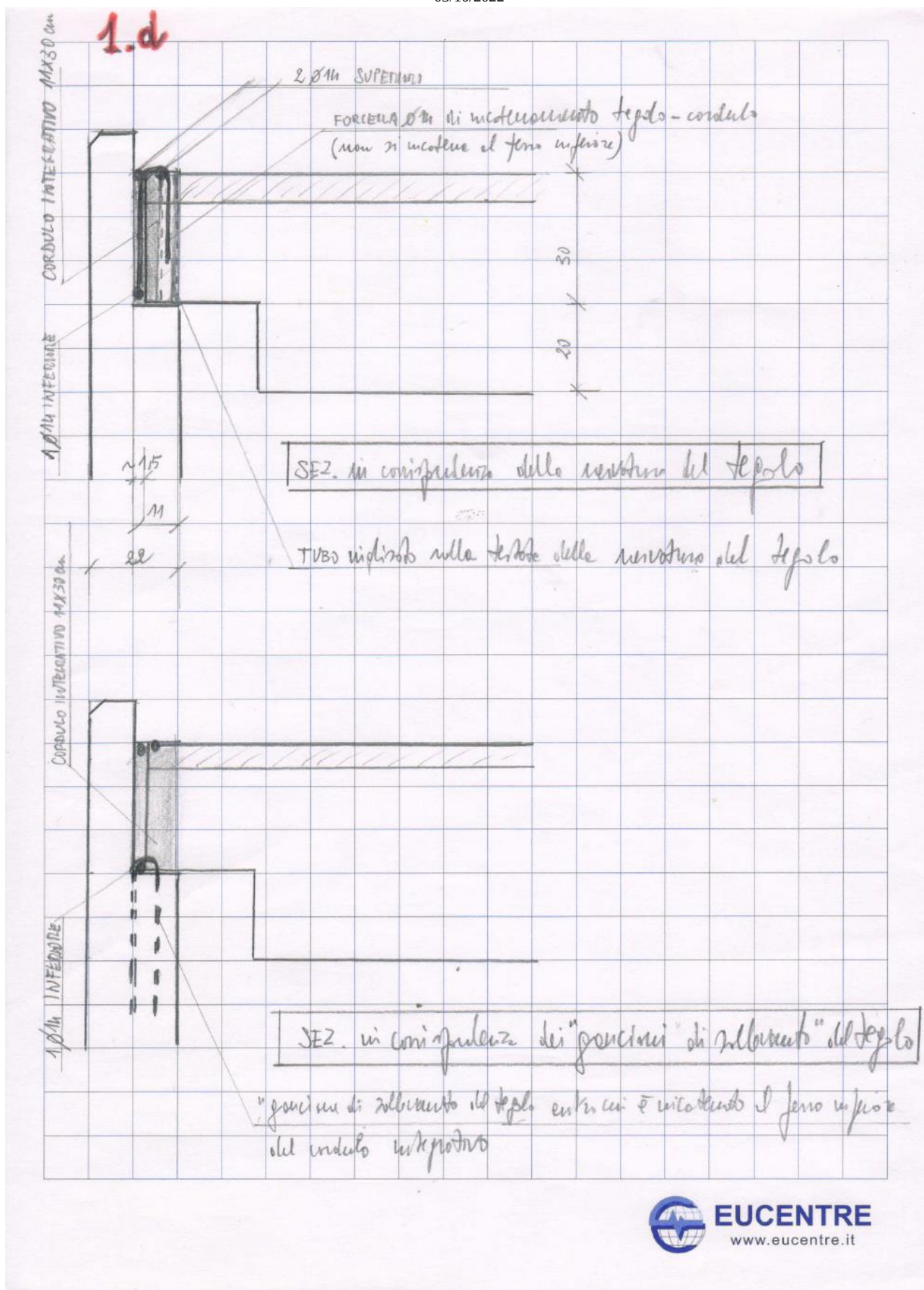




SCUOLA "ARCOBALENO"

03/10/2022





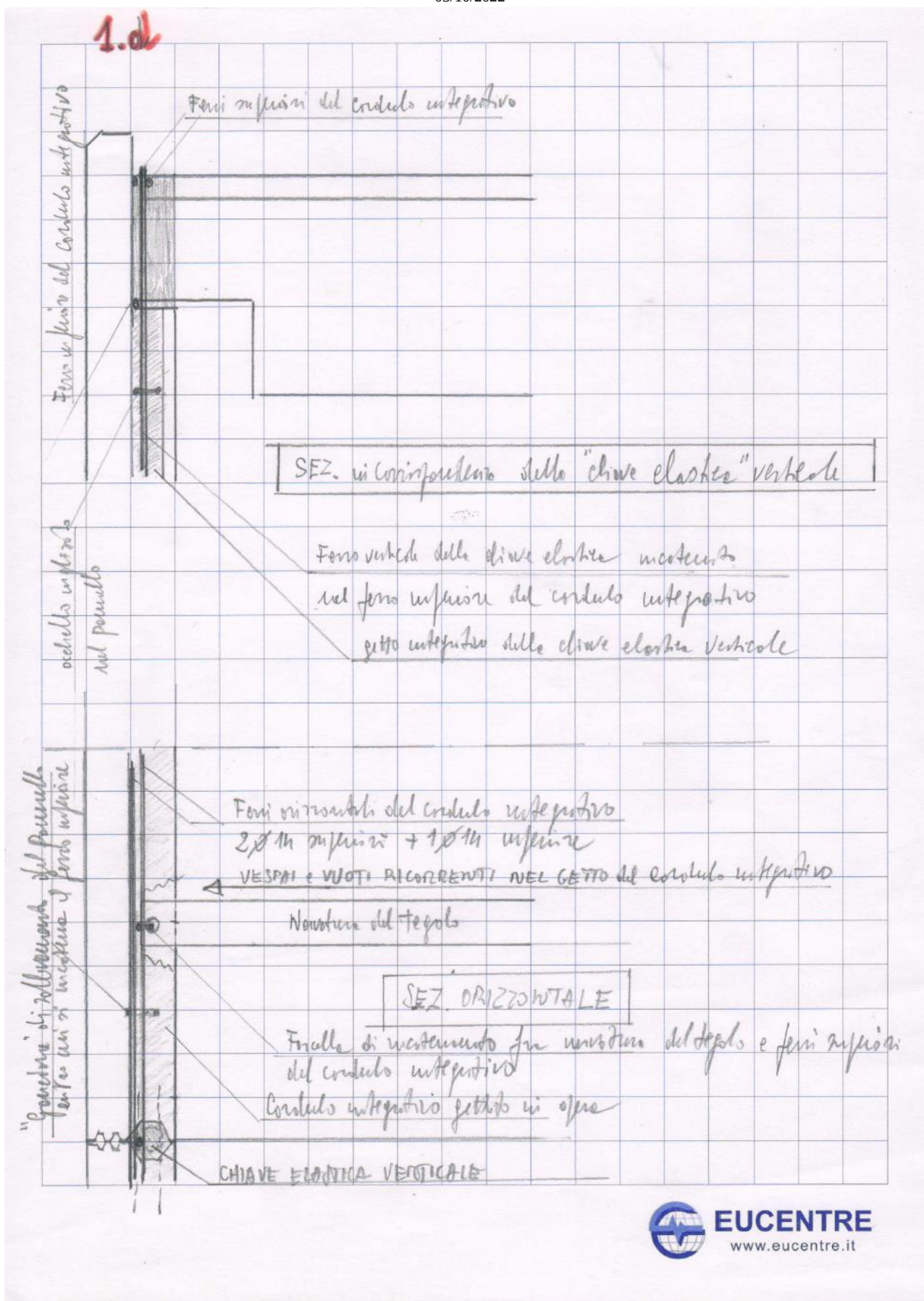
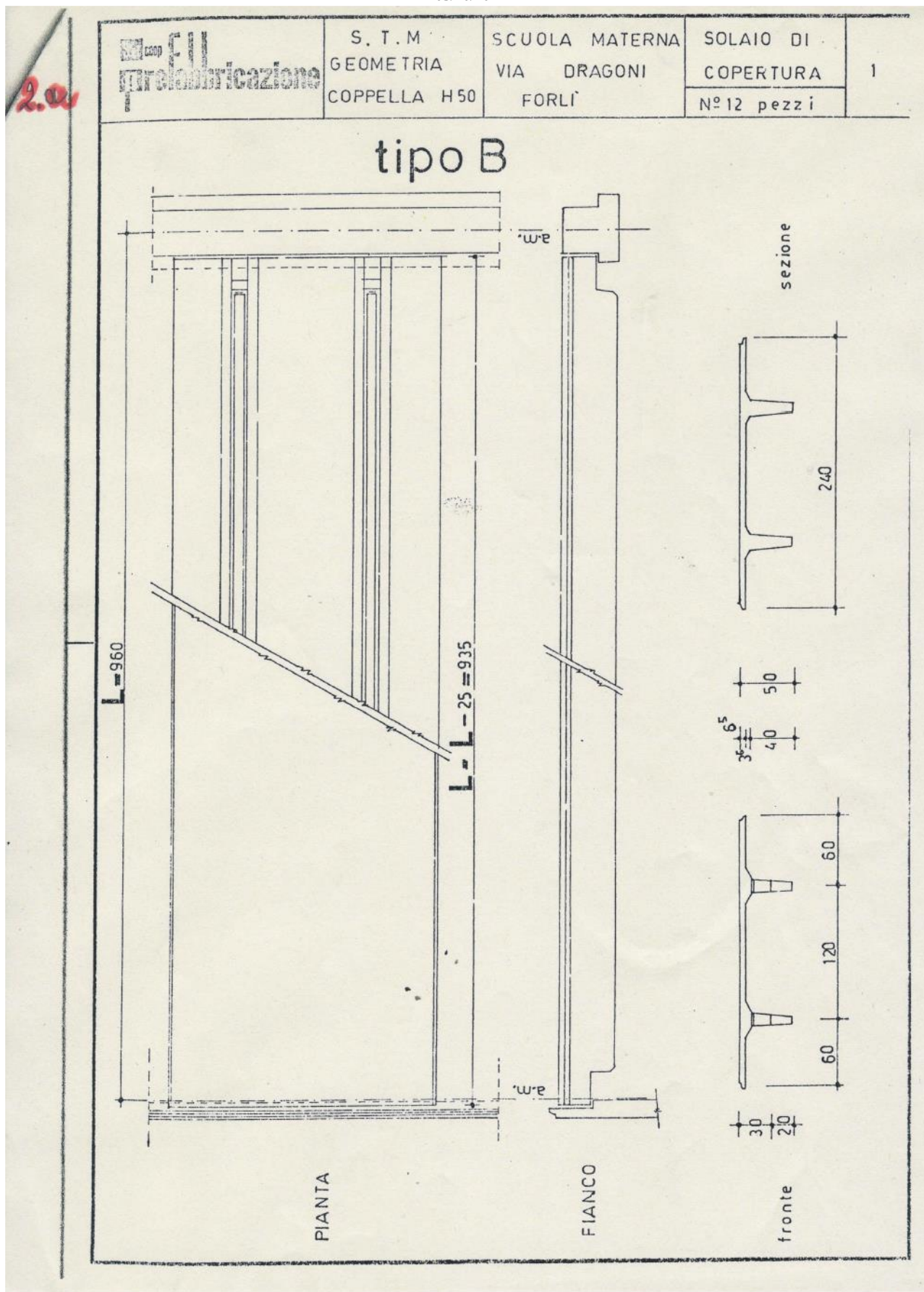


FIG. 2 COLLEGAMENTO TEGOLO / TRAVE

2.a schema indicativo dell'appoggio del tegolo sulla trave "a T rovescio"

2.b geometria della trave; sulle ali sono predisposti incavi a "pozzetto", a interasse di 60 cm per l'inserimento di spinotti di collegamento dei tegoli: si deduce che le nervature dei tegoli, aventi interasse di 120 cm, dovevano essere posizionate in corrispondenza dei "pozzetti" e quindi bloccate mediante spinotti da inserire dall'estradosso della copertura, senza necessità di getto integrativo in tali posizioni (come confermato con rilievi presso gli altri edifici ove è stato impiegato il medesimo sistema costruttivo prefabbricato: Bruco e Scoiattolo)

2.c si rinvia al documento 1.b



RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

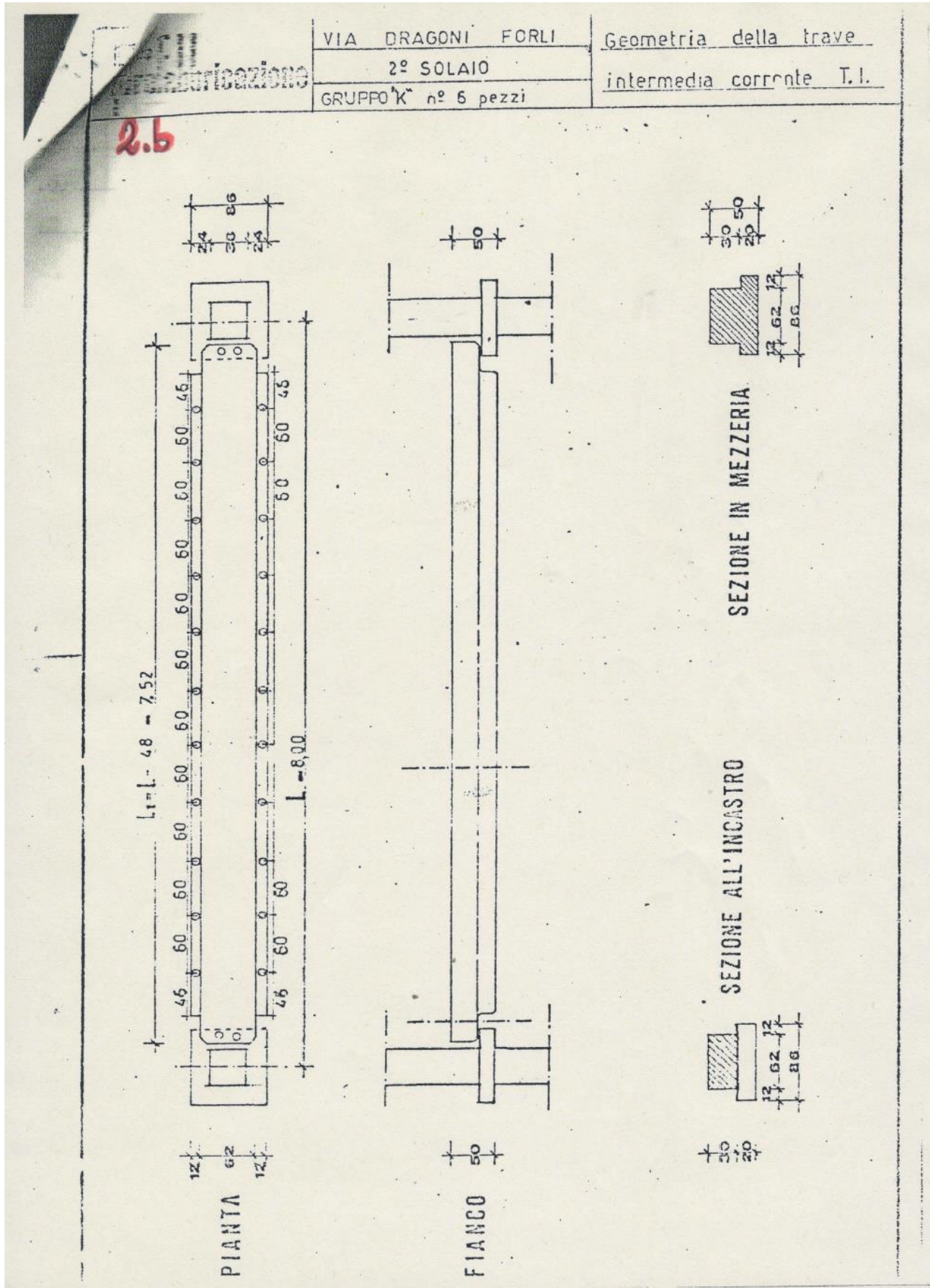


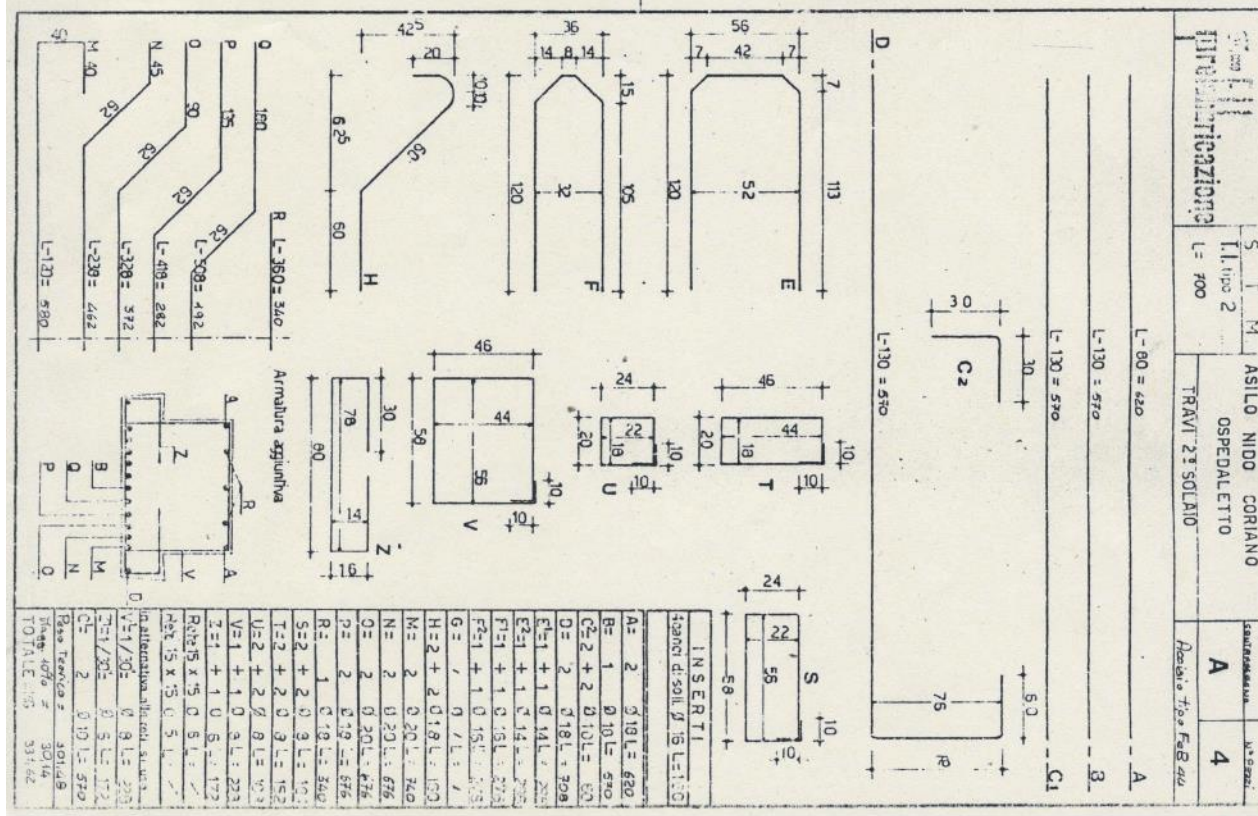
FIG. 3 COLLEGAMENTO TRAVE / PULVINO DEL PILASTRO

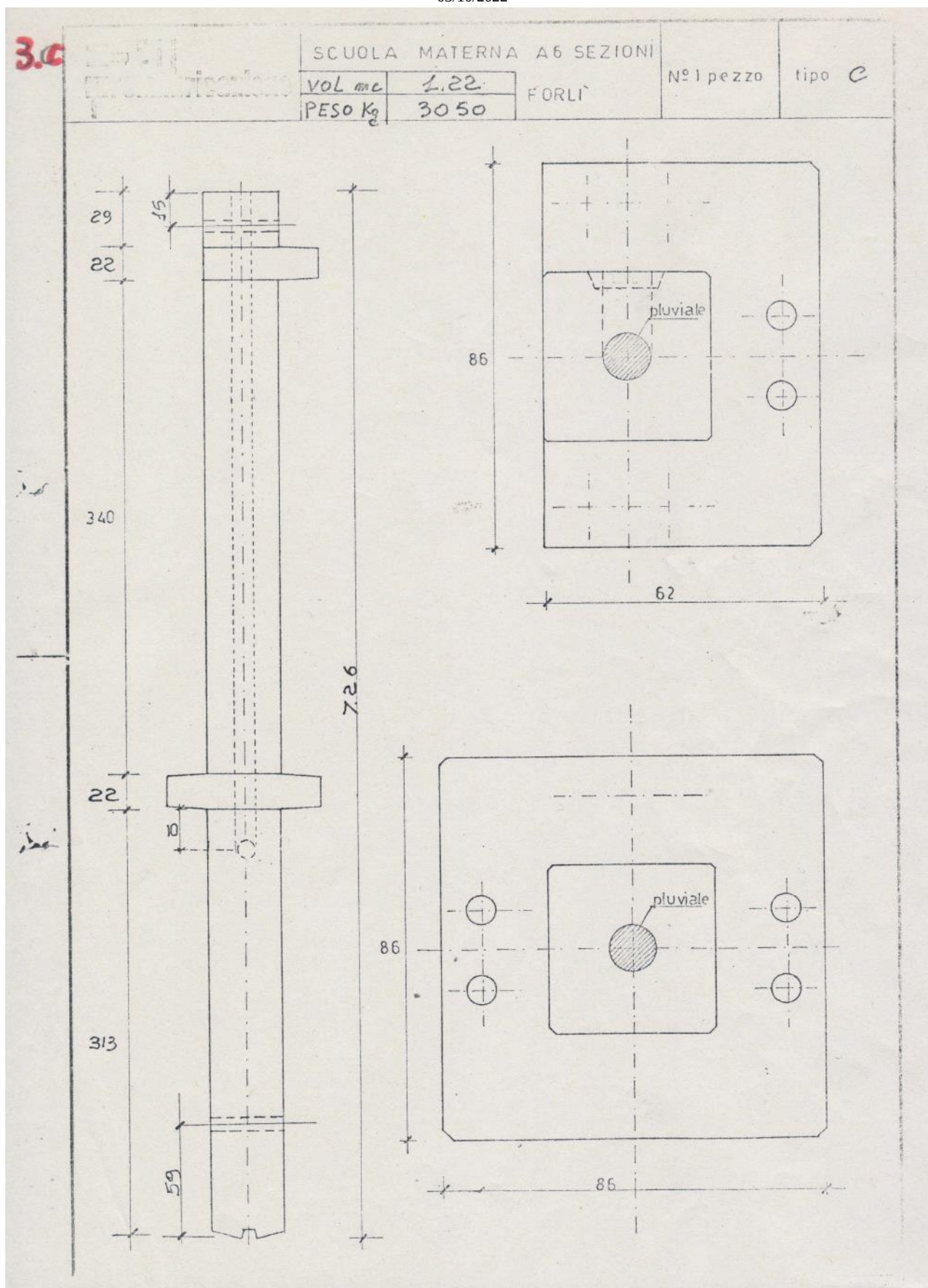
3.a schema della trave, riportante due alloggiamenti per connettori, in ogni testata: vedi 2.b

3.b dettagli dell'armatura delle testate della trave, ove è possibile riscontrare che su ogni testata sono inseriti due tubi-guida per i connettori/tirafondi

3.c dettaglio geometrico del pilastro con pulvino, ove sono indicate due boccole (denominate come "inserti: Fischer BM 20")evidentemente per il collegamento con i tirafondi che bloccano la trave; il dettaglio dell'armatura del pulvino evidenzia un adeguato cerchiaggio nella zona di inserimento dei connettori.

03/10/2022





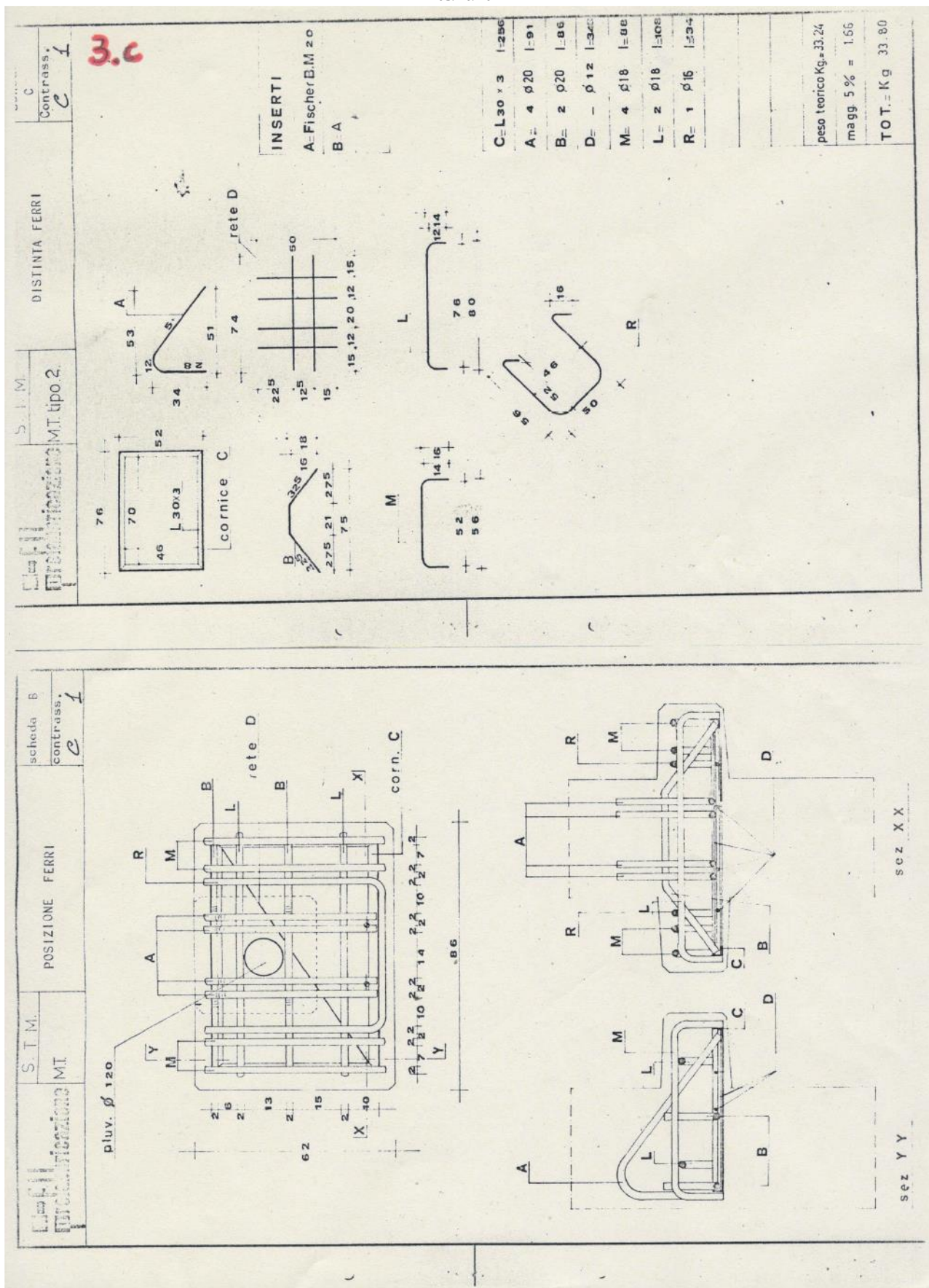


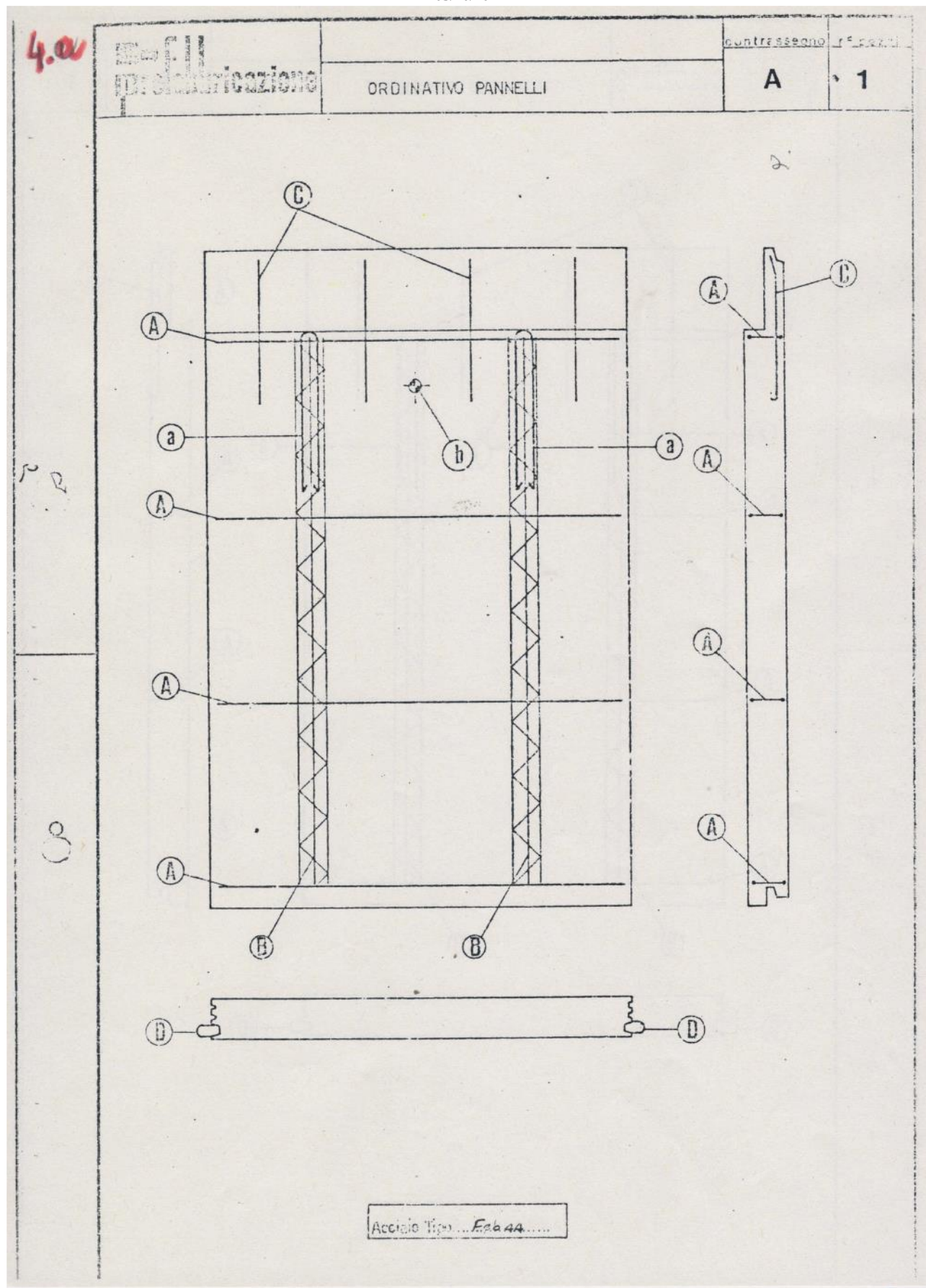
FIG. 4 COLLEGAMENTO VERTICALE FRA PANNELLI ADIACENTI

4.a particolare geometrico degli "sgoli" sui bordi verticali dei pannelli che devono essere collegati in modo complanare; lo sgolo verso l'esterno ha unicamente funzione di drenaggio (sistema "a giunto aperto"), mentre lo sgolo predisposto per la realizzazione del giunto di incatenamento è quello interno, che interessa uno spessore di 11 cm; dai disegni non è possibile desumere se la geometria dello sgolo sia variabile lungo l'altezza, ovvero tale da corrispondere alla geometria tipica dei "giunti organizzati"; i dettagli di armatura indicano, alla pos "D", tre ordini di occhielli predisposti per l'incatenamento dei pannelli adiacenti, mediante l'inserimento di un ferro verticale (effettivamente rilevato con i sondaggi foto 18,19, 30,31,32)

4.b idem come sopra, ma per i pannelli d'angolo; per i collegamenti d'angolo gli occhielli predisposti sono quelli indicati alla pos. "D1", alternativi ai "D"

RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022



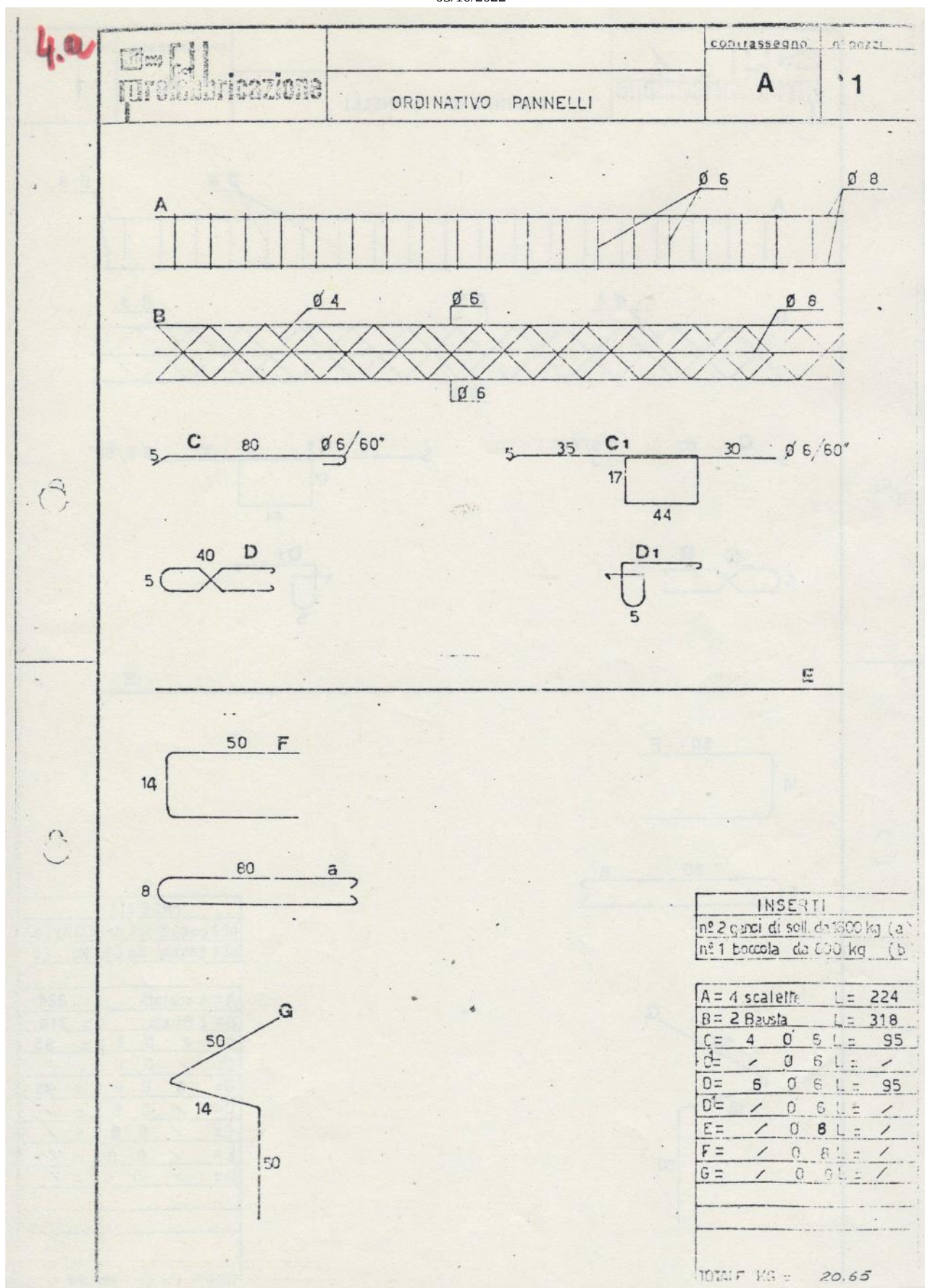
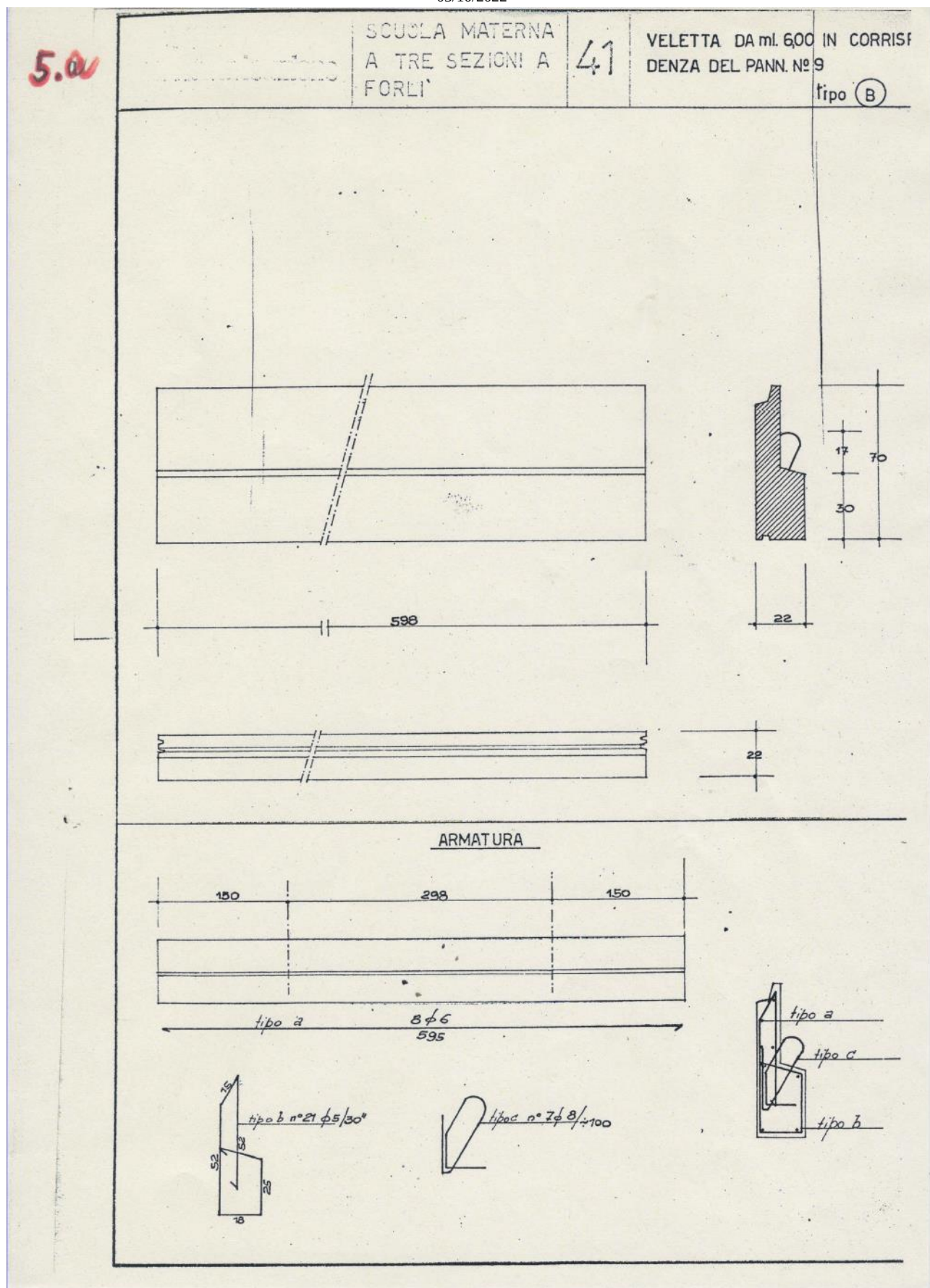


FIG. 5 ARCHITRAVI SULLE LOGGE e VELETTE LUNGO LE PARETI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

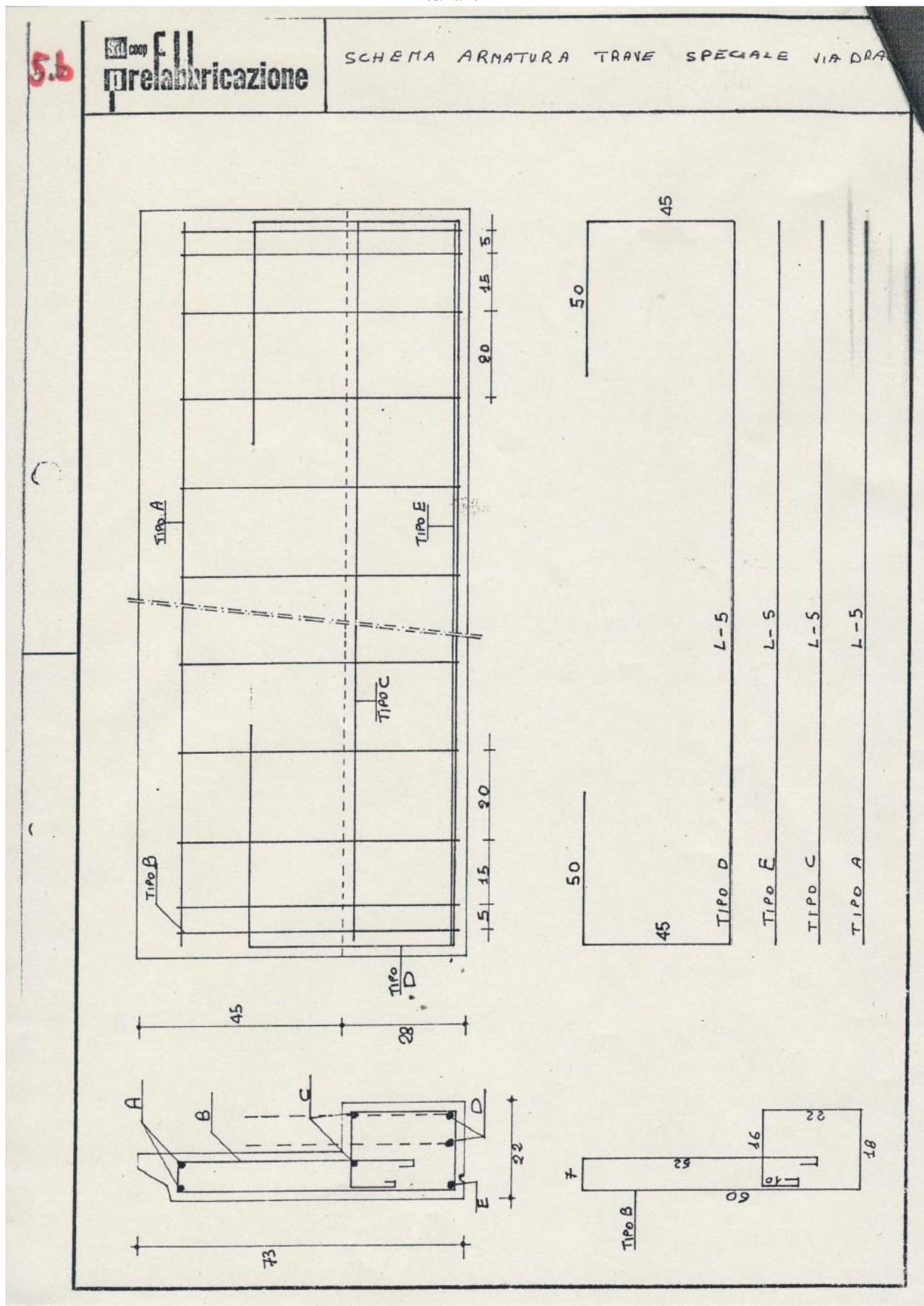
5.a dettaglio dell'armatura delle velette (desunta dalla distinta di altro edificio); si può evidenziare che sono previste ferri di richiamo sagomati a staffa, fi 8 / 100 cm (ferro tipo "c"), evidentemente utile per il collegamento della veletta prefabbricata al cordolo integrativo da gettarsi in opera

5.b dettaglio dell'armatura della "trave speciale" impiegata come architrave in corrispondenza delle sei logge esistenti presso l'Arcobaleno; si nota la previsione di due ferri "tipo D" (diametro non precisato) con richiami alle due estremità, predisposti per essere inseriti nel getto del cordolo integrativo; non è evidenziabile nessun altro dettaglio che illustri o consenta di desumere quale sia la modalità di sostegno di tali architravi (su cui scaricano i tegoli) sui pannelli adiacenti; si sottolinea come i suddetti particolari costruttivi non consentano nemmeno di ipotizzare l'esistenza di staffe di richiamo analoghe a quelle indicate per le velette di cui al punto 5.a



RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

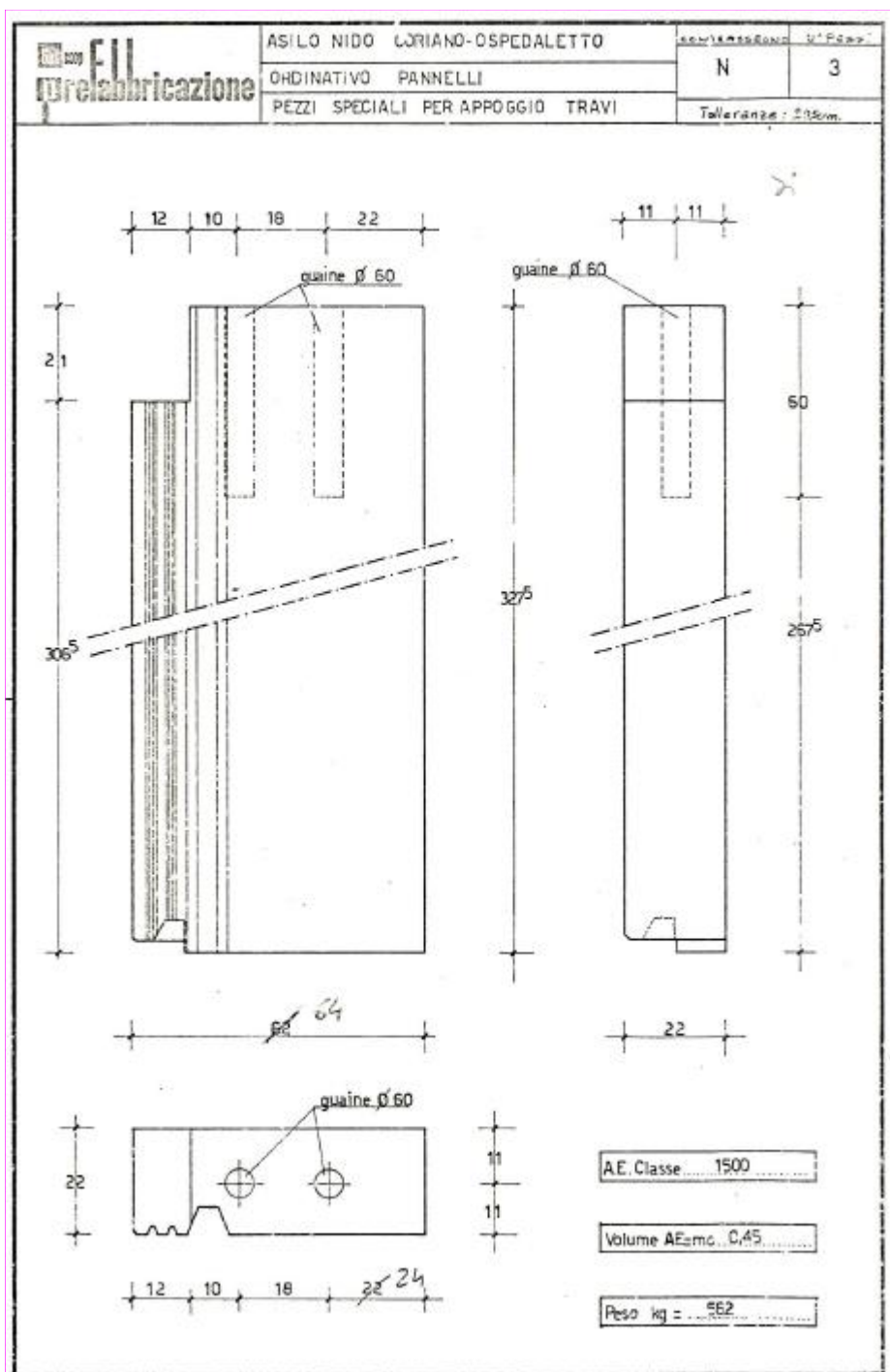


RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

FIG. 6 "PEZZI SPECIALI PER APPOGGIO TRAVI" (Lo Scoiattolo e Le Farfalle)

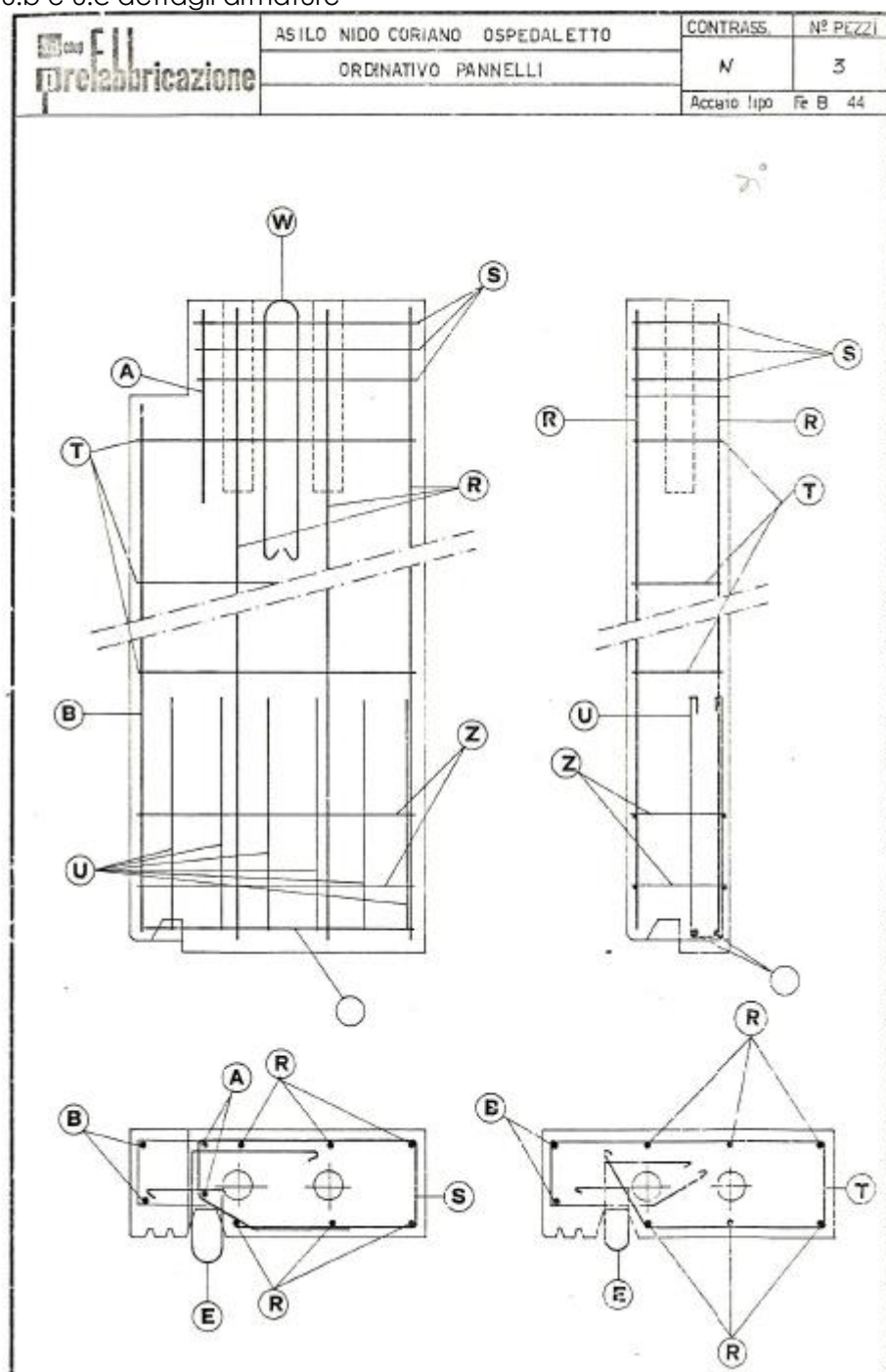
6.a geometria del "pezzo speciale" che evidenzia la predisposizione per la chiave elastica, i tubi guida per l'inserimento delle spine di collegamento della trave, l'incasso per l'appoggio della veletta frontale di finitura che viene accostata alla trave



RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

6.b e 6.c dettagli armature



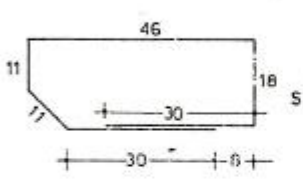
RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

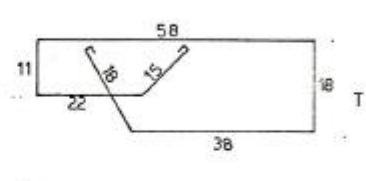
	ASILO NIDO CURIANO OSPEDALETTO	CONTRATTI	N° PANNELLI
	ORDINATIVO PANNELLI	N	3



Z



S



T



F



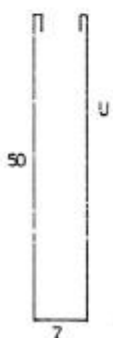
A



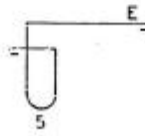
B



R



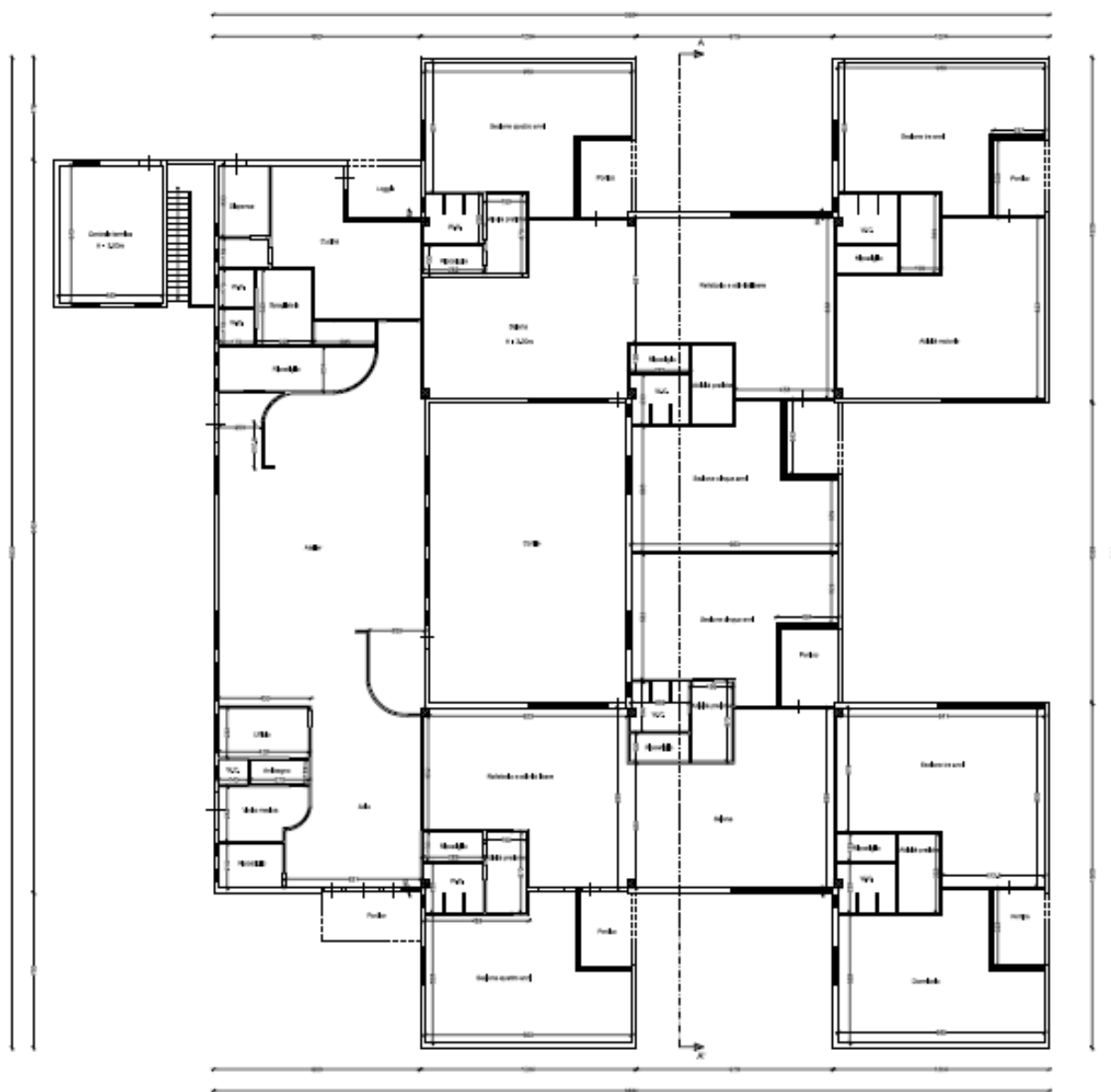
U



E

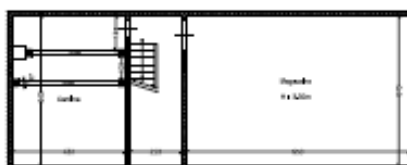
INSERTI	
n° lancia di sollevam. 1600kg	
n° 2 guaine Ø 50	
A = 2 Ø 6 L = 100	
B = 2 Ø 12 L = 295	
R = 6 Ø 12 L = 316	
S = 3 Ø 8 L = 156	
T = 1 Ø 8 L = 210	
U = 1 Ø 6 L = 117	
Z = scalette L = 50	
E = 3 Ø 8 L = 95	
F = 2 Ø 8 L = 50	
Barre Trazio = 35.84	
Barre 10mm = 3.38	
TOTALE = KG	37.22

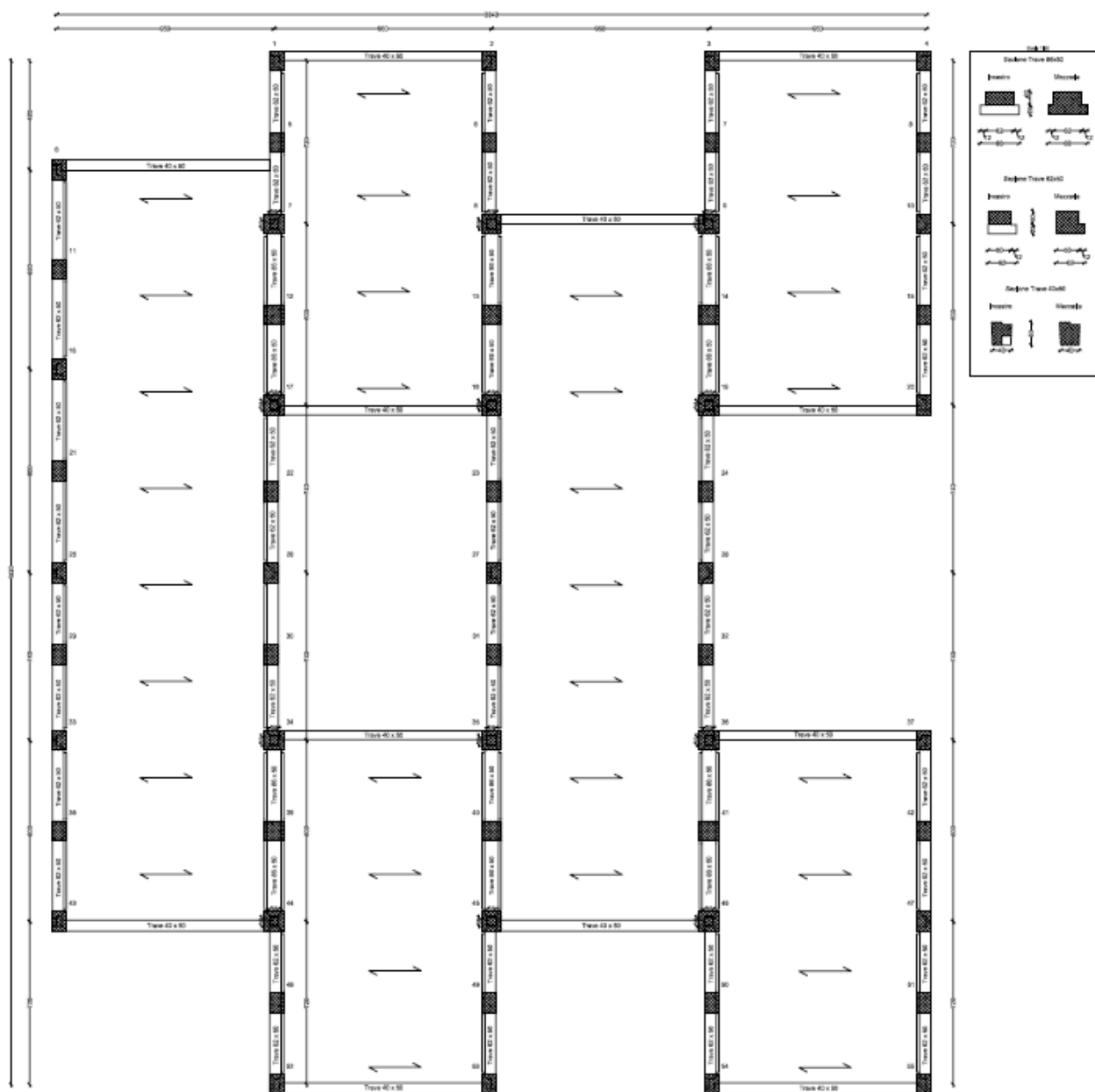
7.5 ELABORATI GRAFICI

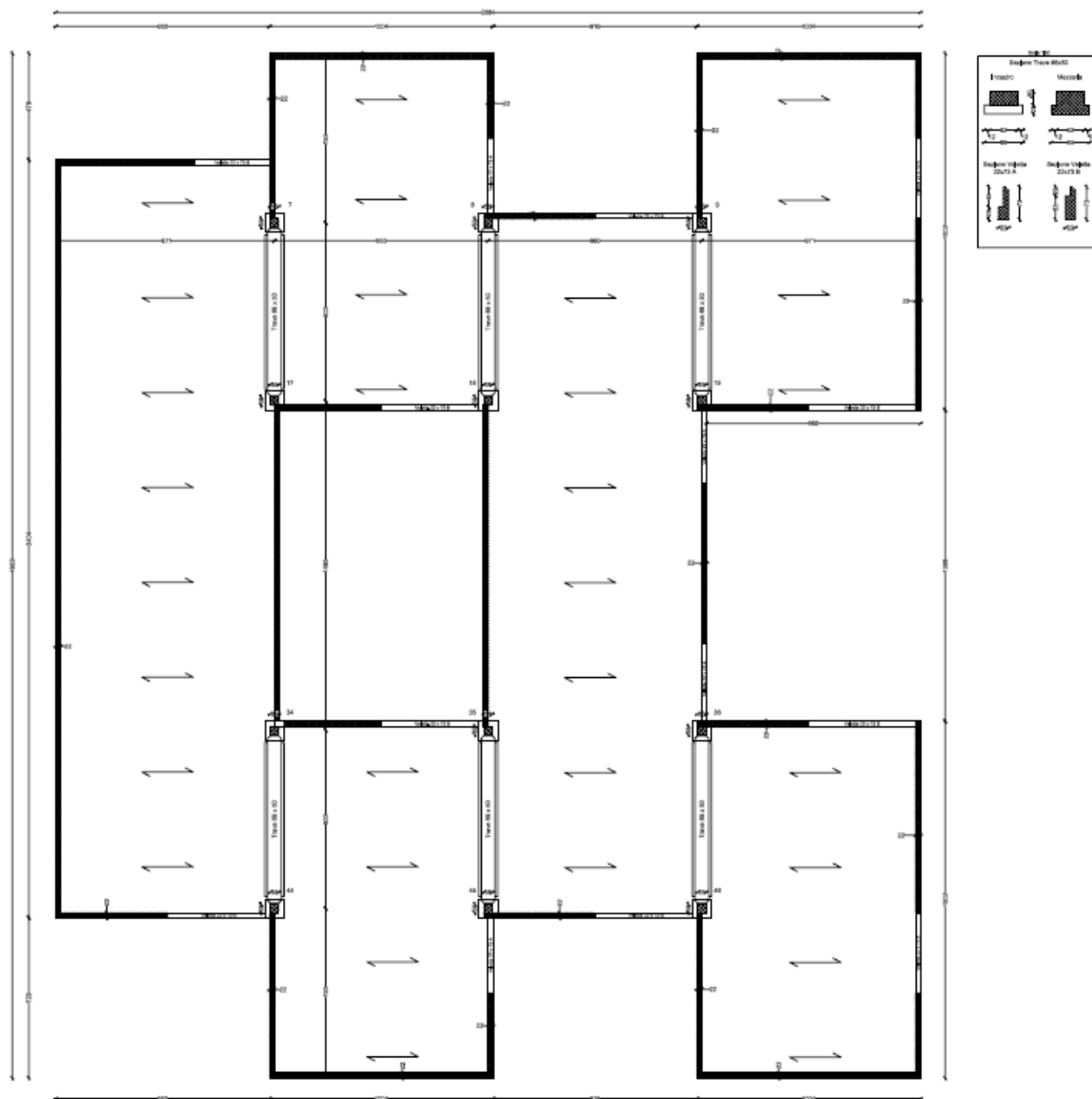


PIANTA PIANO TERRA

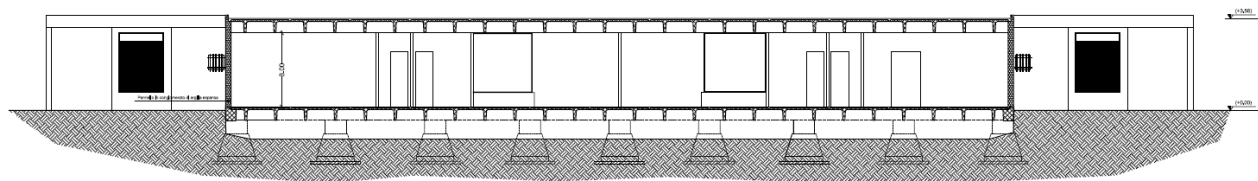
PIANTA PIANO INTERRATO







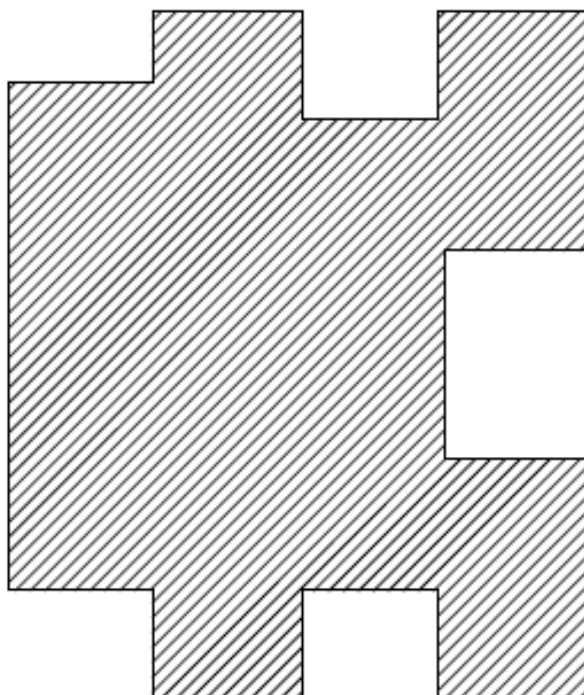
SEZIONE A-A'

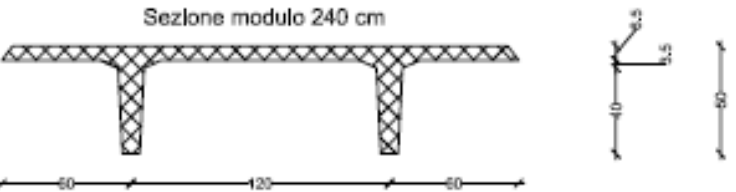
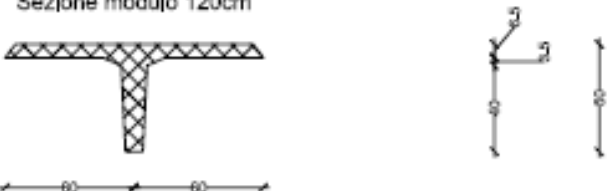


RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE (7)

03/10/2022

PLANIMETRIA GENERALE



 Solaio con Coppelle Prefabbricate	Sezione modulo 240 cm  Sezione modulo 120 cm 
	Elementi in c.a.
	Conglomerato di argilla espansa