

**VERIFICA SISMICA DI EDIFICI
ESISTENTI IN MURATURA**

Parte 14:
**GLI INTERVENTI DI RIPARAZIONE,
CONSOLIDAMENTO E RINFORZO**



GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI IN MURATURA

In generale gli interventi su una struttura possono essere:

- di riparazione: servono ad eliminare i dissesti subiti dall'edificio o parte di esso a seguito di eventi dannosi, riportando gli elementi strutturali allo stesso livello di sicurezza che avevano prima
- di consolidamento: servono ad eliminare i dissesti subiti fornendo nel contempo all'elemento strutturale o all'edificio un livello di resistenza superiore a quello che avevano prima
- di rinforzo: servono a fornire all'edificio o a parte di esso ulteriore e sufficiente resistenza rispetto ad azioni diverse da quelle per le quali erano stati progettati o costruiti

CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI in relazione alla tipologia degli elementi strutturali

- INTERVENTI SULLE MURATURE
- INTERVENTI SUGLI ORIZZONTAMENTI (solai, volte, archi)
- INTERVENTI SULLE SCALE
- INTERVENTI SULLE FONDAZIONI

Nell'ambito di queste categorie sono anche compresi gli interventi specifici per il miglioramento e l'adeguamento sismico

Riguardano soprattutto le murature e gli orizzontamenti

LE TIPOLOGIE DI INTERVENTI SUGLI EDIFICI IN MURATURA IN ZONA SISMICA

- Incremento della resistenza delle pareti murarie (maschi e fasce) e della muratura in genere
- Incremento dell'efficacia dei collegamenti
- Creazione di nuovi collegamenti
- Incremento della rigidezza dei solai nel piano orizzontale
- Eliminazione o riduzione delle spinte
- Interventi sulle coperture spingenti o scollegate
- Interventi in fondazione di collegamento e/o di incremento della capacità portante
- Interventi di modifica del complesso strutturale atti a migliorarne la risposta (es. variazione della distribuzione degli elementi resistenti verticali o aggiunta di nuovi, separazione di parti della struttura mediante giunti, riduzione delle masse, trasformazione di elementi non strutturali in strutturali etc.)
- Interventi di demolizione e ricostruzione parziale o totale

INTERVENTI SULLA MURATURA

1. CUCI E SCUCI

2. INIEZIONI NON ARMATE

3. INIEZIONI ARMATE

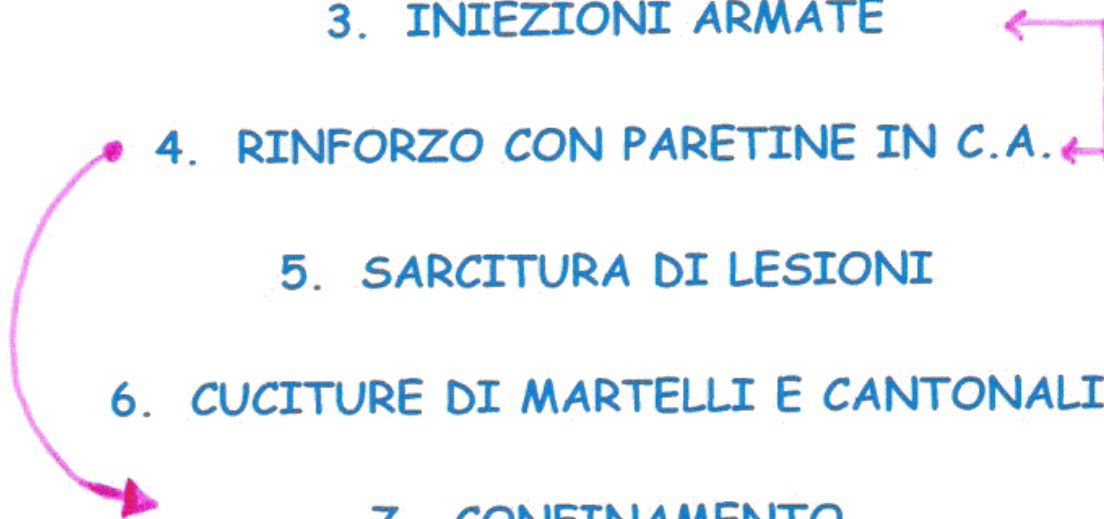
4. RINFORZO CON PARETINE IN C.A.

5. SARCITURA DI LESIONI

6. CUCITURE DI MARTELLI E CANTONALI

7. CONFINAMENTO

8. PIATTABANDE



CONSOLIDAMENTO PER SOSTITUZIONE

È mirato alla sostituzione di porzioni esistenti di muratura allo scopo di operarne un rafforzamento oppure per praticare aperture;

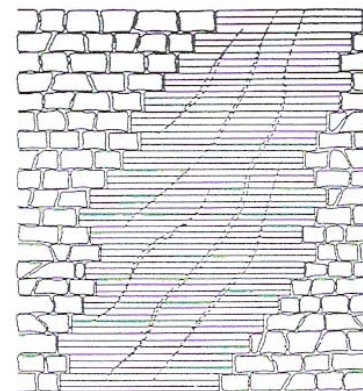
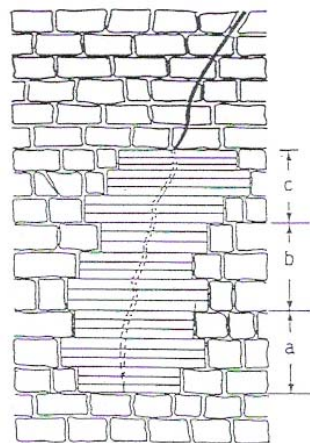
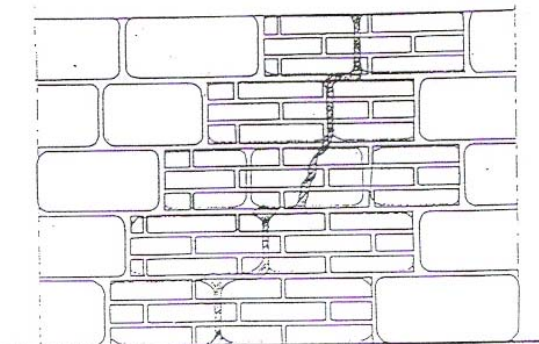
PRATICA CORRENTE

- riparazione locale di porzioni dissestate di muratura con mattoni o pietrame e malta ad elevata resistenza ("cuci e scuci" o "sostruzione");
- inserimento di elementi portanti in c.a. o acciaio allo scopo di assorbire in parte o per intero i carichi precedentemente sostenuti dalla muratura (p.e. apertura di vani nei setti murari);
- inserimento di elementi integrativi in c.a. o in acciaio allo scopo di incrementare la capacità portante della muratura, in particolar modo nei riguardi delle azioni orizzontali;

NOTE:

- si raccomanda di prestare la massima attenzione alla messa in forza dei nuovi elementi con la muratura esistente; a tal proposito si consiglia:
 - puntellatura provvisoria della struttura oggetto del consolidamento;
 - letti di malta sottili allo scopo di limitare i fenomeni di ritiro e di assestamento;
 - uso di cunei per la messa in forza progressiva delle parti aggiunte;
 - predisposizione di un efficace collegamento tra la muratura e i nuovi elementi in c.a. o in acciaio;
 - studio delle sequenze di esecuzione, anche in relazione a possibili fenomeni di assestamento differenziale;

1 - Cuci e scuci (sostruzione muraria)



2 - Iniezioni non armate

CONSOLIDAMENTO DELLA MURATURA CON INIEZIONI DI MALTA

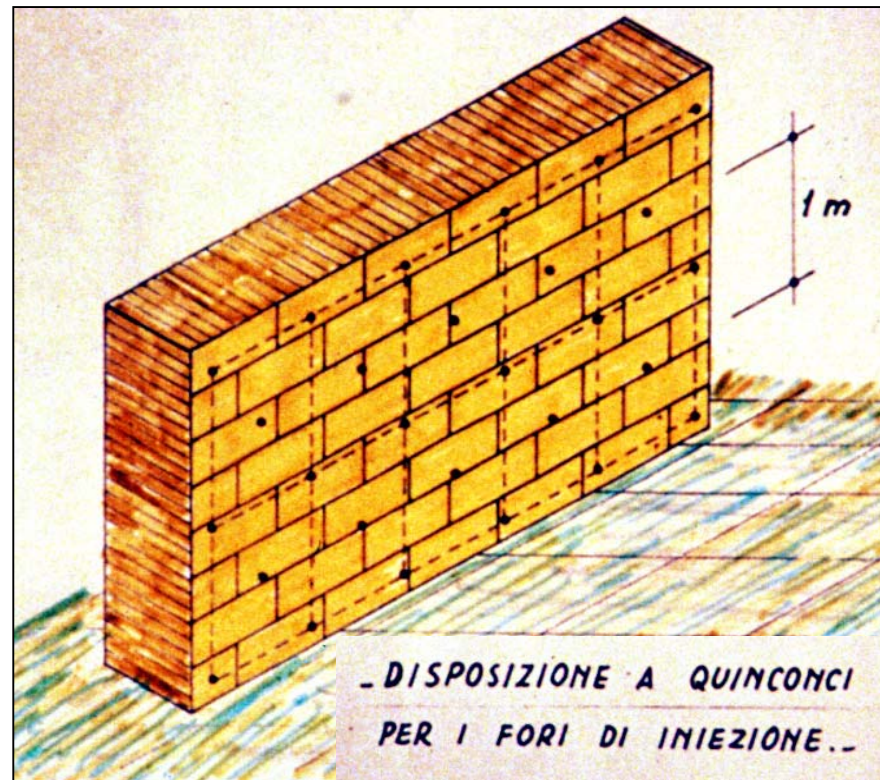
FASI DI ESECUZIONE:

- eliminazione dell'intonaco e dei frammenti murari dalle parti fessurate;
- esecuzione di fori ($\varnothing 30 \div 50$ mm) distanziati di $30 \div 50$ cm ed inclinati a 45° nel corpo della muratura;
- sigillatura dei giunti tra i corsi murari allo scopo di prevenire la fuoriuscita di malta;
- inserimento di tubi ($l \cong 10$ cm, $d = \frac{3}{4}"$) nei fori; $\varnothing 20$
- iniezione di acqua a bassa pressione allo scopo di saturare la muratura;
- iniezione di malta a pressione ($1 \div 6$ kg/cm²) a partire dai fori inferiori (dosaggio $150 \div 200$ kg/m³, rapporto acqua/cemento $1 \div 2$);

NOTE:

- la perforazione può avvenire da un solo lato per spessori fino a 60 cm, da entrambi i lati per spessori superiori;
- si raccomanda l'impiego di additivi fluidificanti antiritiro allo scopo di favorire la completa penetrazione della malta all'interno della muratura;
- si consiglia la foratura in corrispondenza dei giunti tra i mattoni;
- intervento irreversibile;

MIGLIORIAMO LA RESISTENZA A COMPRESSIONE



3 - Iniezioni armate

CONSOLIDAMENTO DELLA MURATURA CON BARRE METALLICHE ED INIEZIONI DI MALTA IN PRESSIONE

SCOPI:

- aumento del concatenamento fra i corsi murari;
- incremento della resistenza a taglio della muratura;
- incremento della duttilità della muratura;

linee
resistenti
a trazione

NOTE:

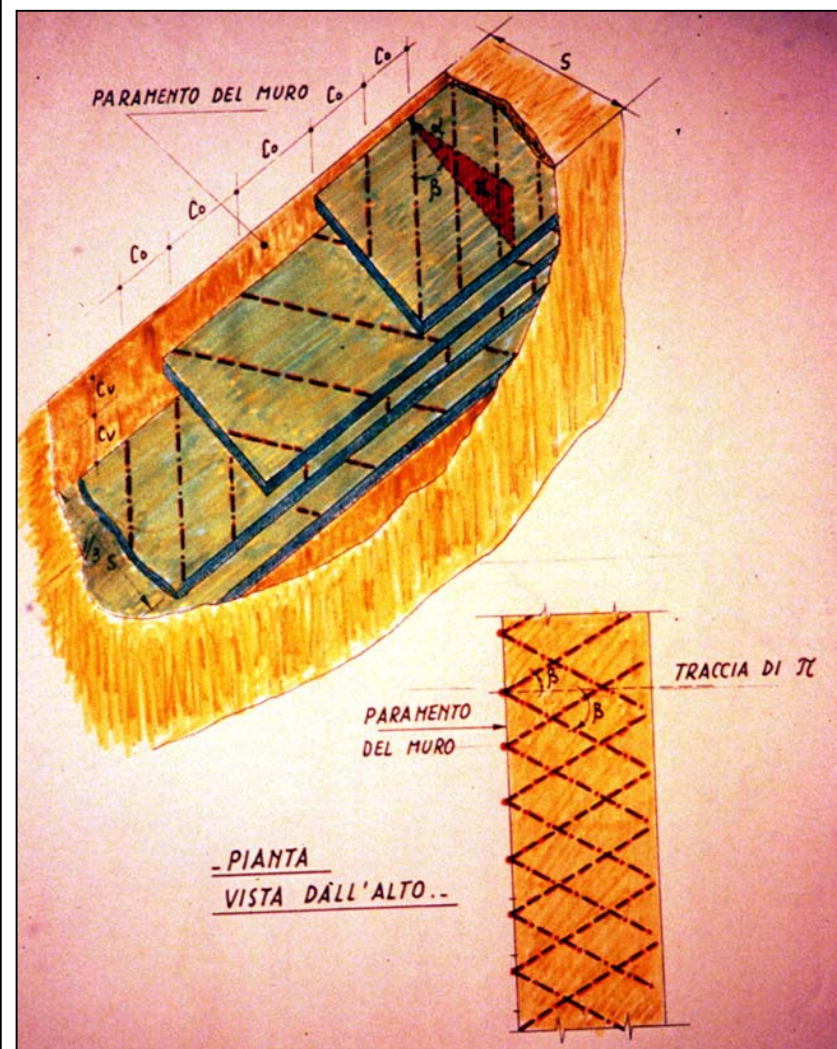
- l'effetto delle perforazioni armate è basato sul confinamento laterale della muratura dovuto alle barre metalliche;
- l'intervento è particolarmente efficace per incrementare la resistenza di incroci, martelli e cantonali murari;

- l'intervento presuppone una muratura di buone proprietà meccaniche, altrimenti si raccomanda un consolidamento preventivo;

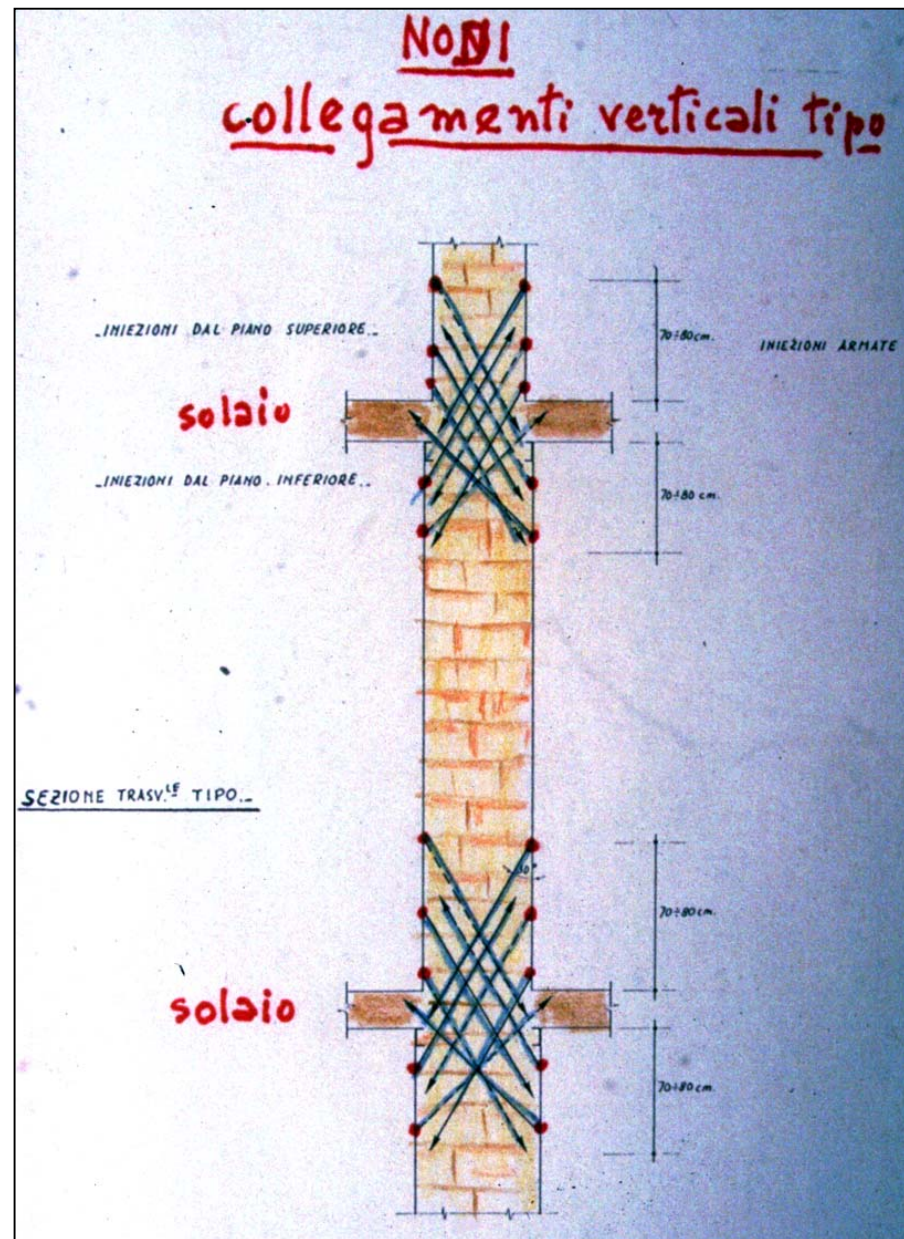
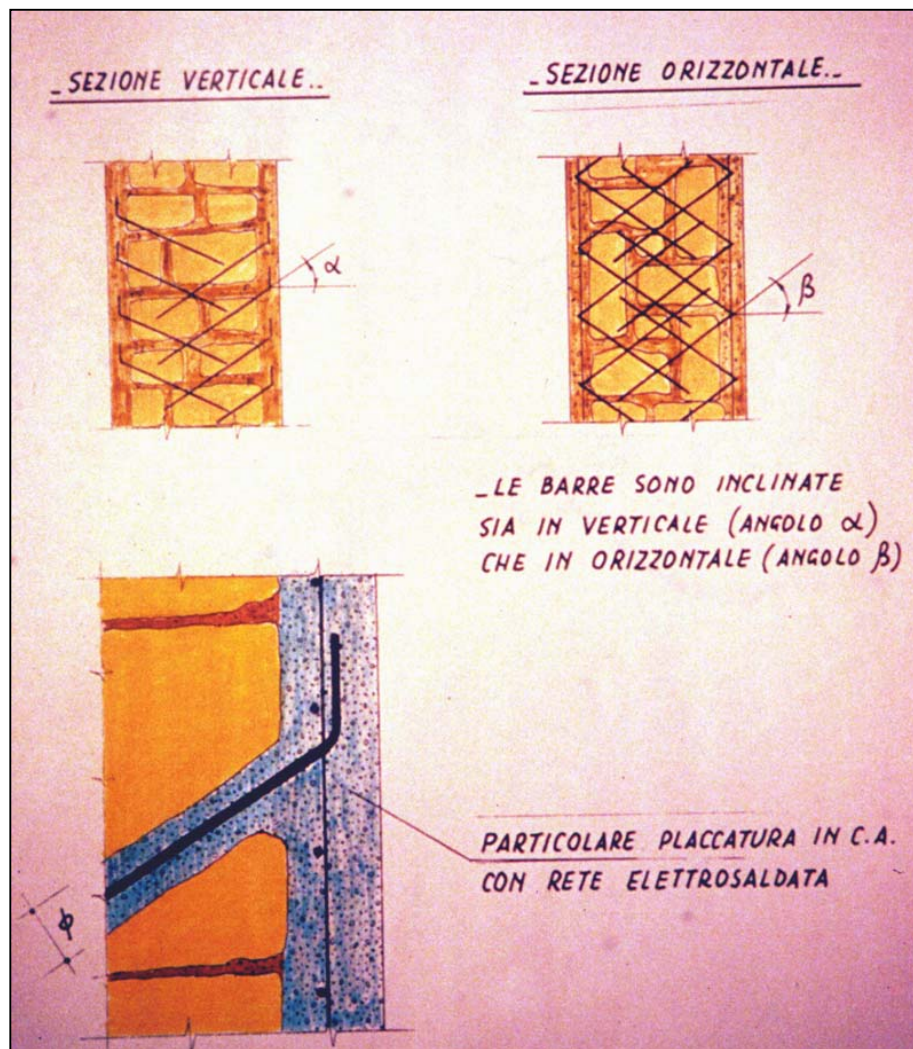
- l'intervento può essere integrato da paretine in c.a. poste da ambo i lati del setto murario, allo scopo di migliorarne il confinamento laterale e di incrementarne la sezione resistente;

- intervento non reversibile;

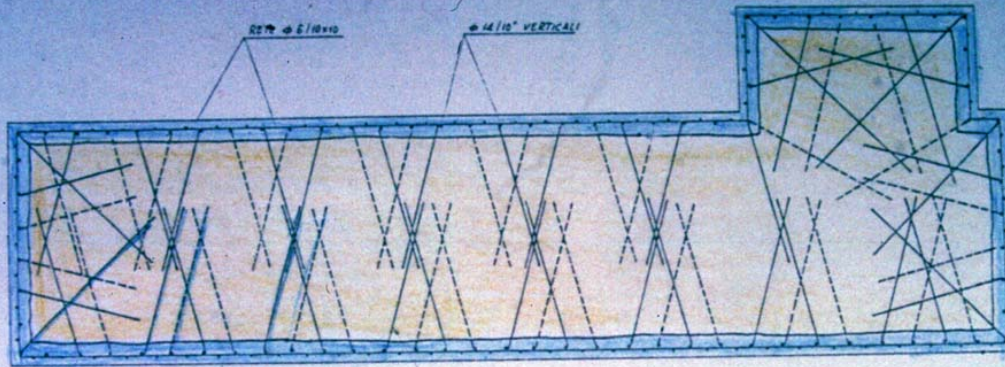
4. RINFORZO CON PARETINE IN C.A.



4 - Iniezioni armate con paretine in c.a.



FASCIATURE DEI MASCHI CON LASTRE IN CEM. ARM.

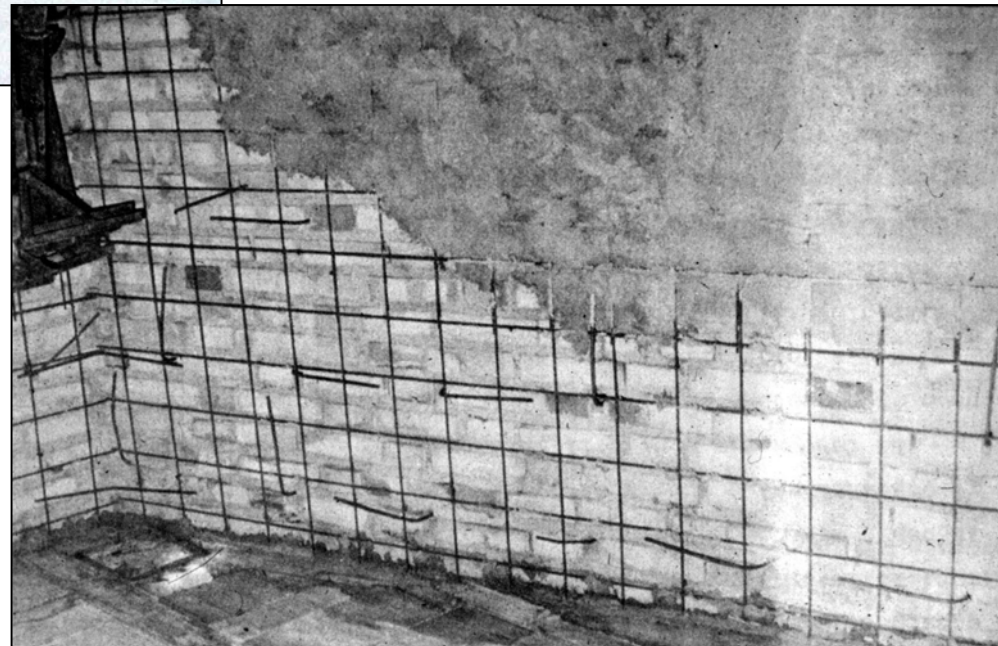


LA LASTRA E' ARMATA
CON RETI METALLICHE
NON SALDATE; MANIGLIONI
DI ACCIAIO LA ANCORANO
ALLA MURATURA

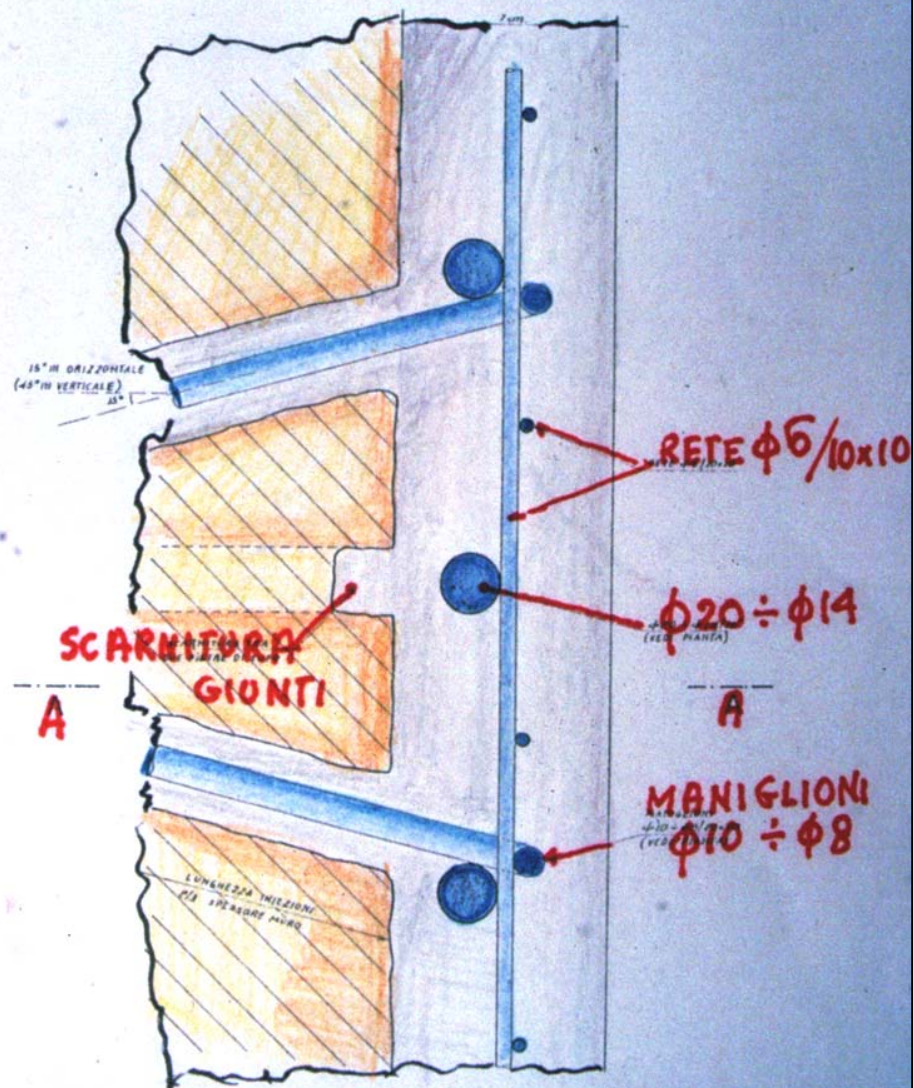
NOTA:

- DISPORRE ARMATURE Ø 20/20x20
IN INIEZIONI SUPERIORI ED INFERIORI
PER 70+80 cm.

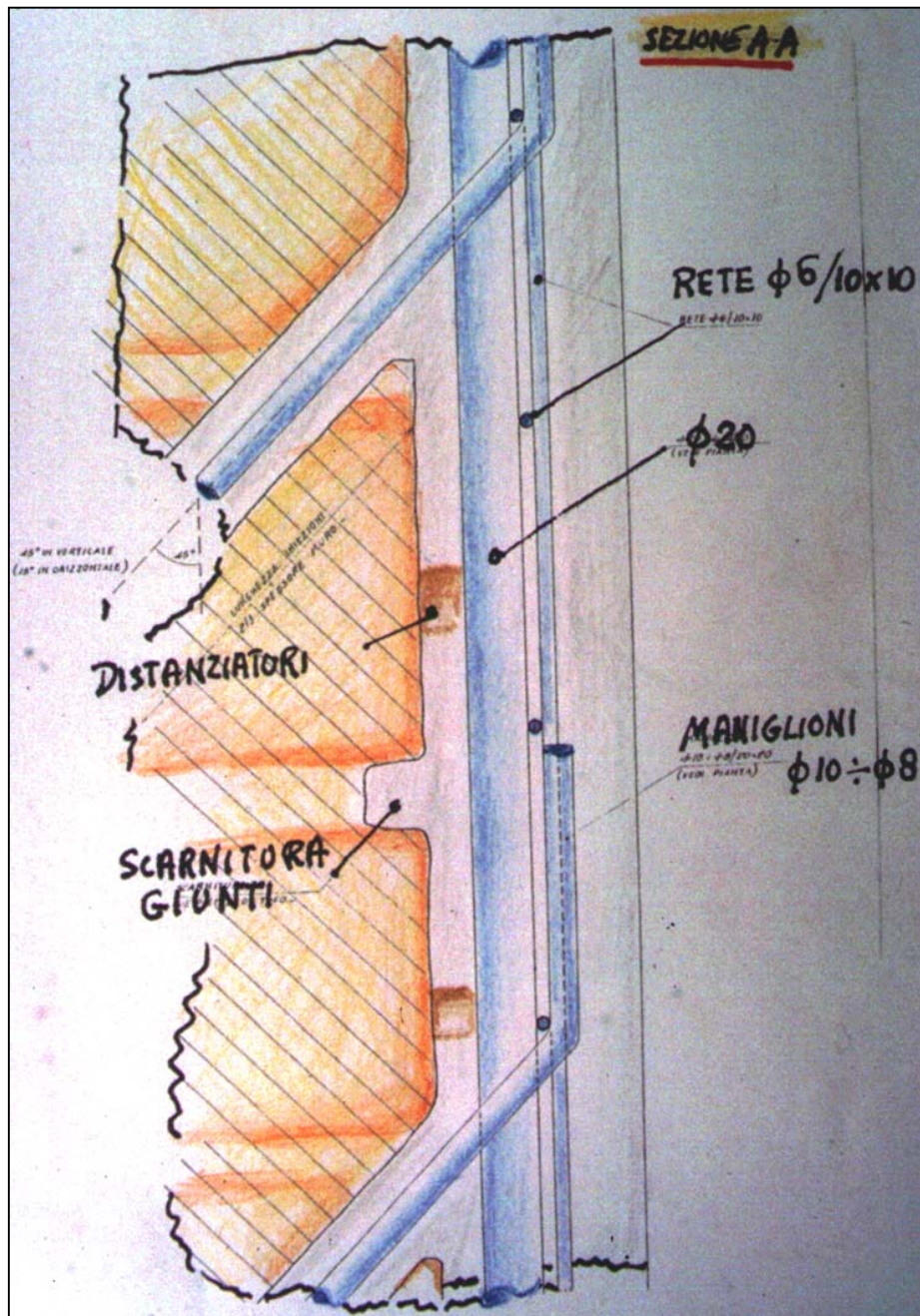
Fasciatura di maschi
murari



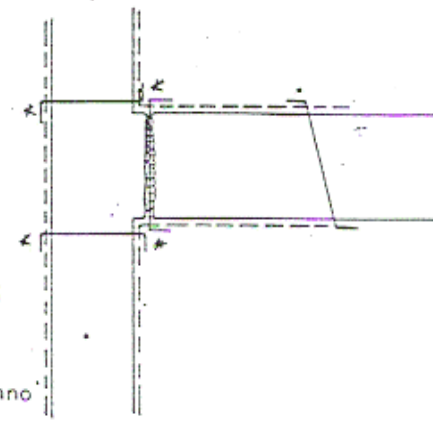
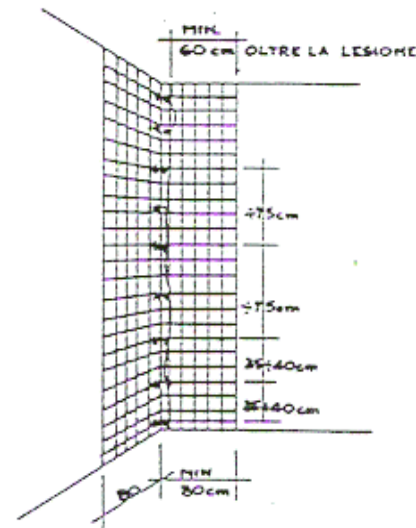
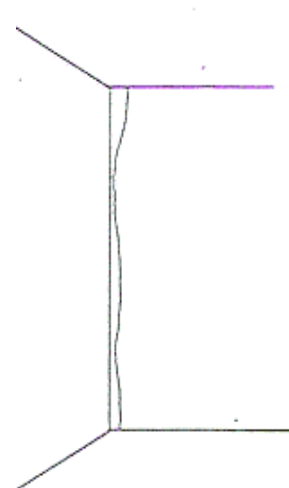
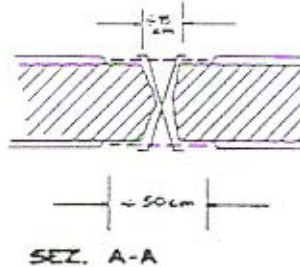
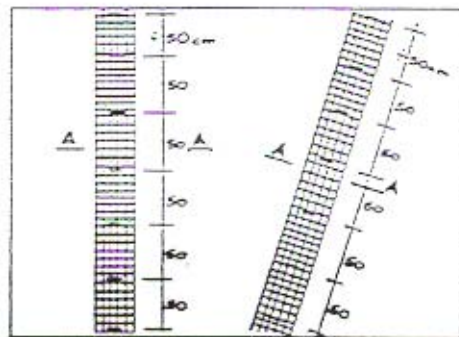
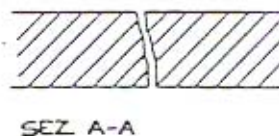
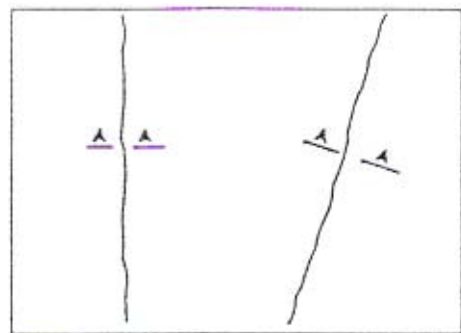
FASCIATURA MASCHI PIANTA



SEZIONE A-A



5 - Sarcitura di lesioni



N.B. Negli angoli piegare senza interrompere le reti o comunque risvoltarle e sovrapporle per 25 cm. I tiranti d'angolo * potranno essere posti inclinati sulla

Consolidamento con resine e materiali compositi

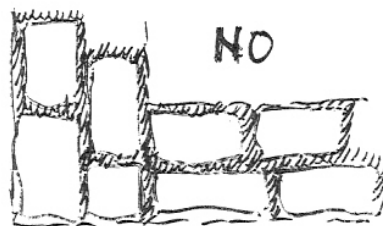
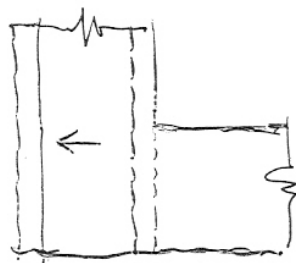
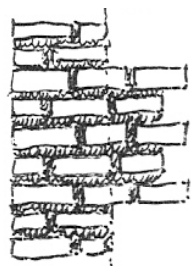
VANTAGGI

- spessori estremamente contenuti;
- assenza di ritiro (nessuna evaporazione di solventi);
- elevate caratteristiche meccaniche ($\sigma_c \cong 100 \text{ N/mm}^2$);
- ampia varietà di prestazioni;
- facilità di posa in opera;
- capacità di riempire lesioni microscopiche;
- indurimento molto rapido;
- ottima aderenza alle superfici murarie;
- eccellente resistenza alla corrosione;

SVANTAGGI

- costo elevato;
- scorrimenti viscosi elevati, soprattutto nelle resine pure;
- infiammabilità e scarsa resistenza alle alte temperature (softening);
- comportamento fragile;
- elevata sensibilità a fenomeni di invecchiamento con perdita di aderenza;
- resistenze modeste quando usate in combinazione con inerti;
- modulo elastico di valore basso ($E_r \cong 1/10 E_c$);
- necessità di manodopera specializzata;
- applicazione non reversibile;

Inadeguate connessioni tra le pareti



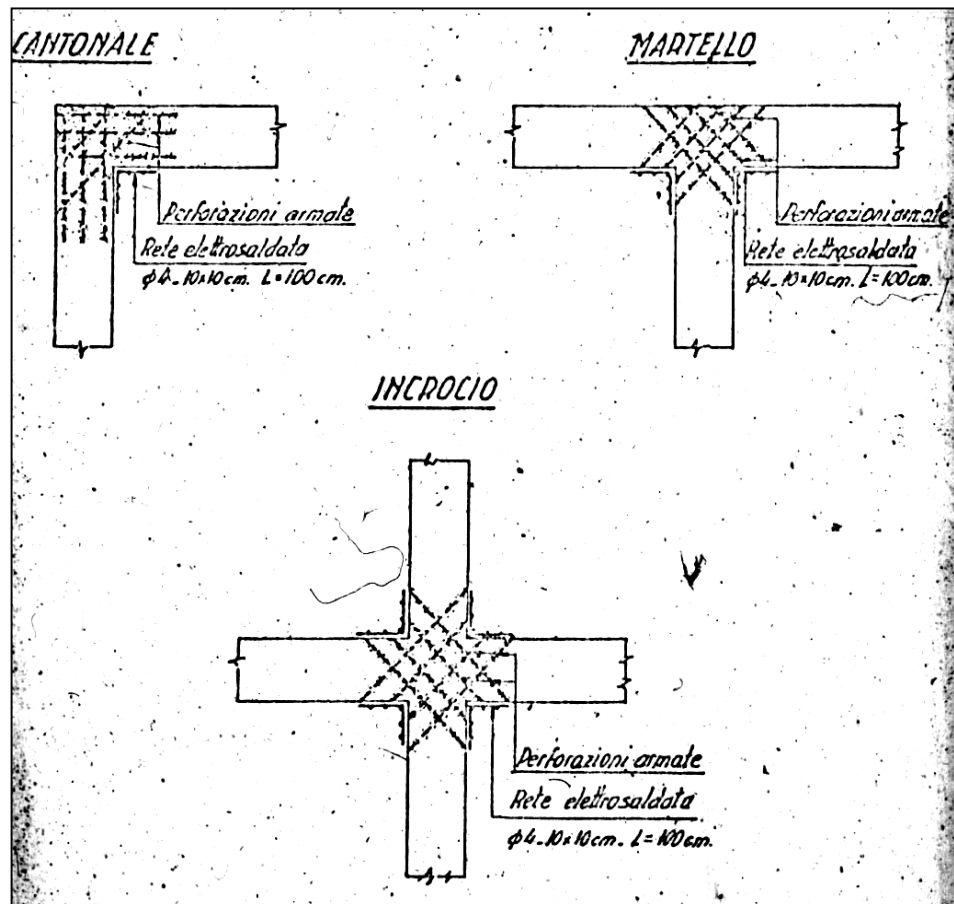
distacco

Il problema riguarda principalmente i cantonali ed i martelli (cioè sulle murature di facciata).

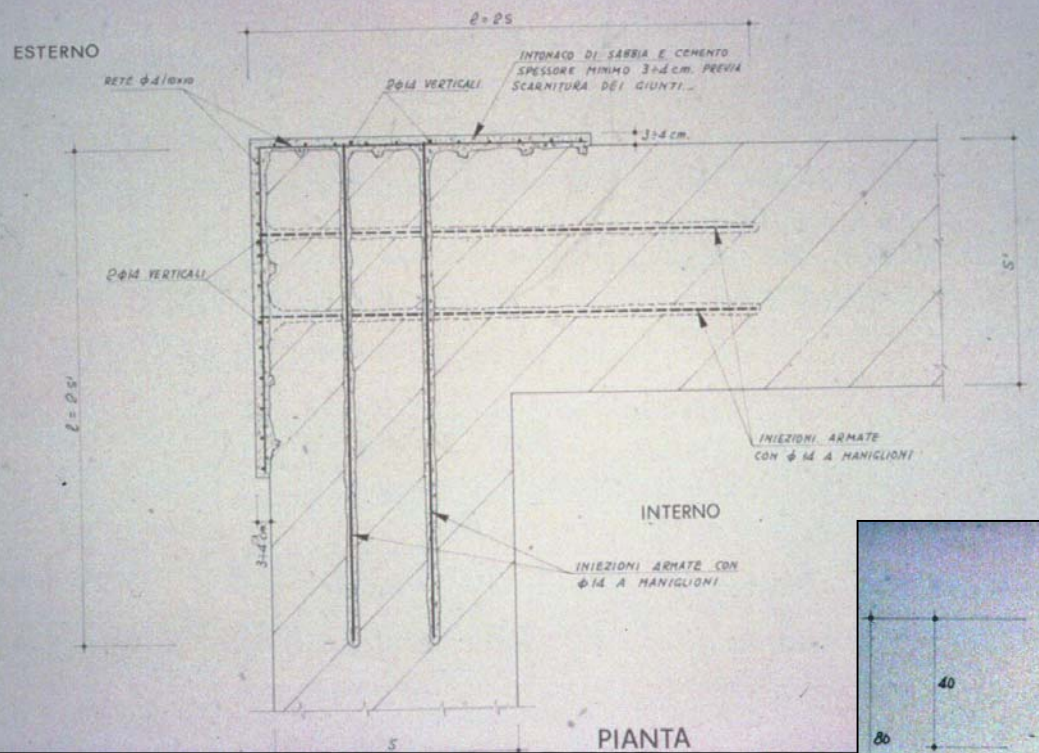
INTERVENTI

- 1) Cuciture con perforazioni armate.
- 2) Creazione di cordoli in c.a.
- 3) Posizionamento di catene o tiranti.
- 4) Rivestimento con lastre in betoncino armato.

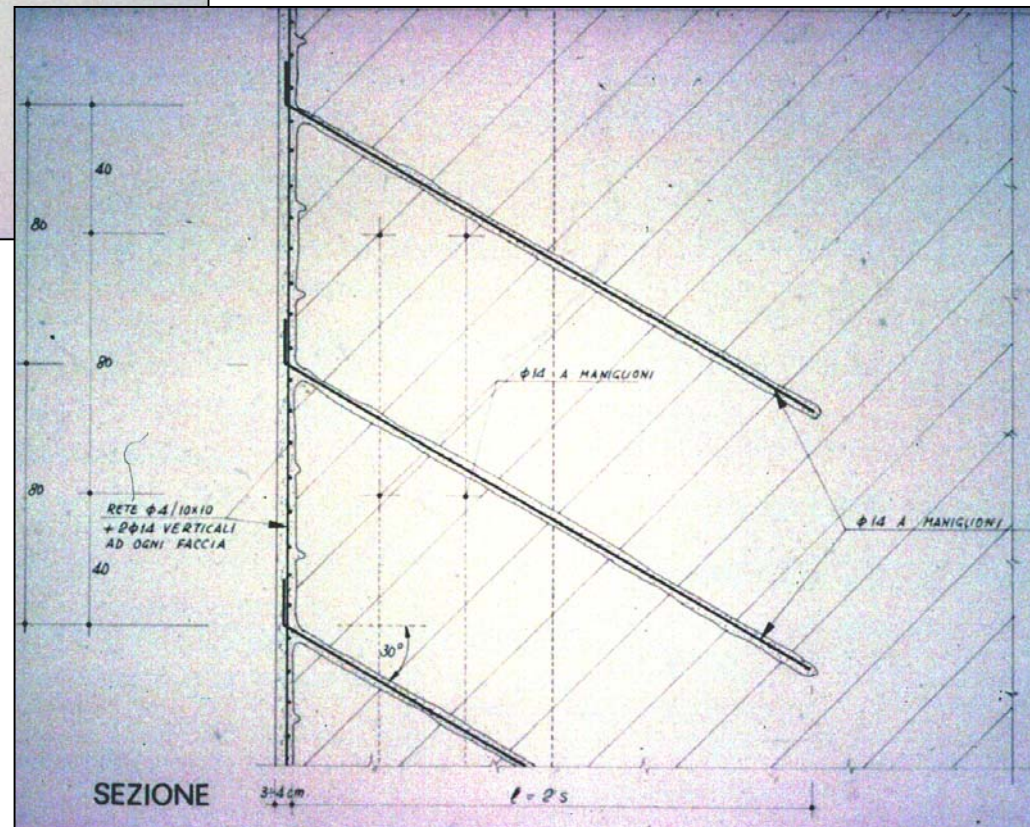
6 - Cuciture di croci di muro, martelli, cantonali, etc.



CROCE DI MURO AD "L"



Cucitura di un cantonale
(croce di muro ad L)



Cucitura di un cantonale



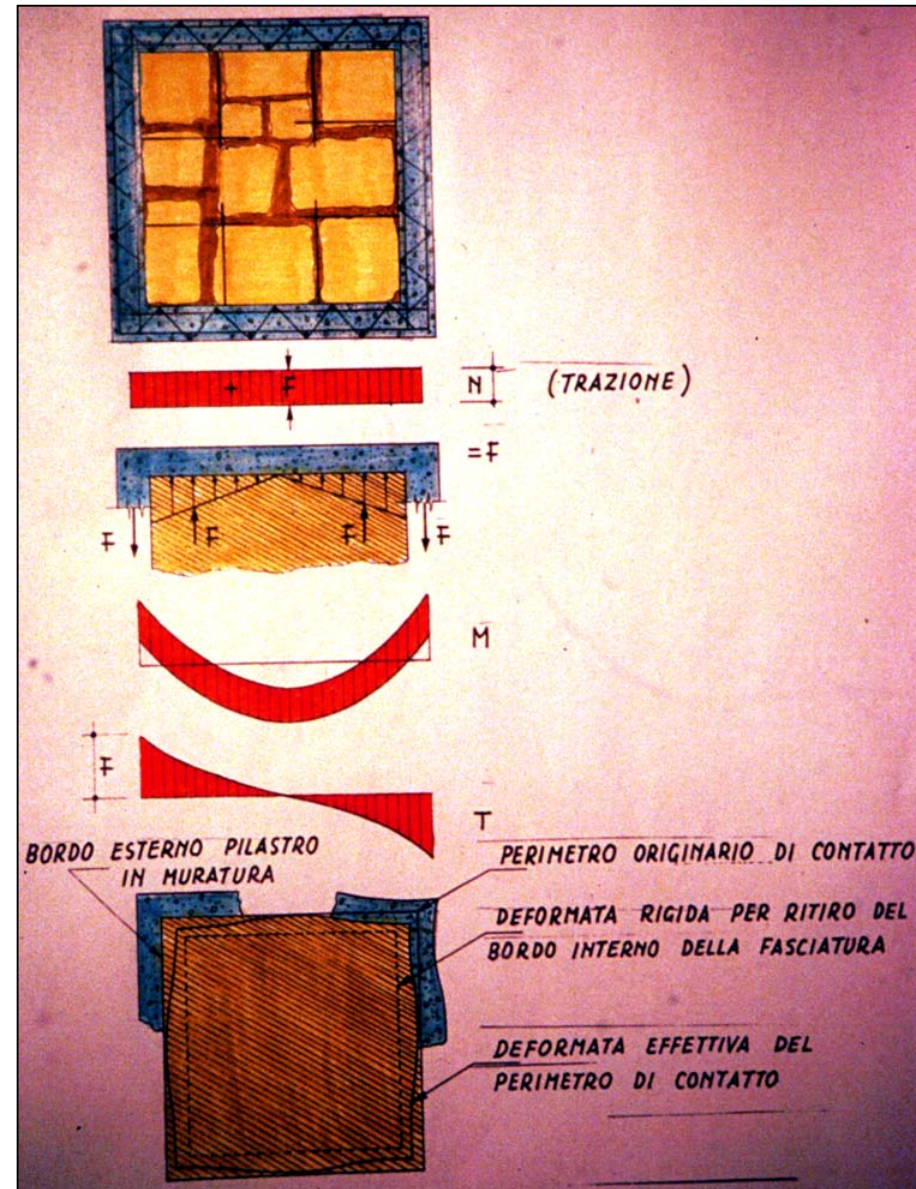
7 - Confinamento

CONFINAMENTO

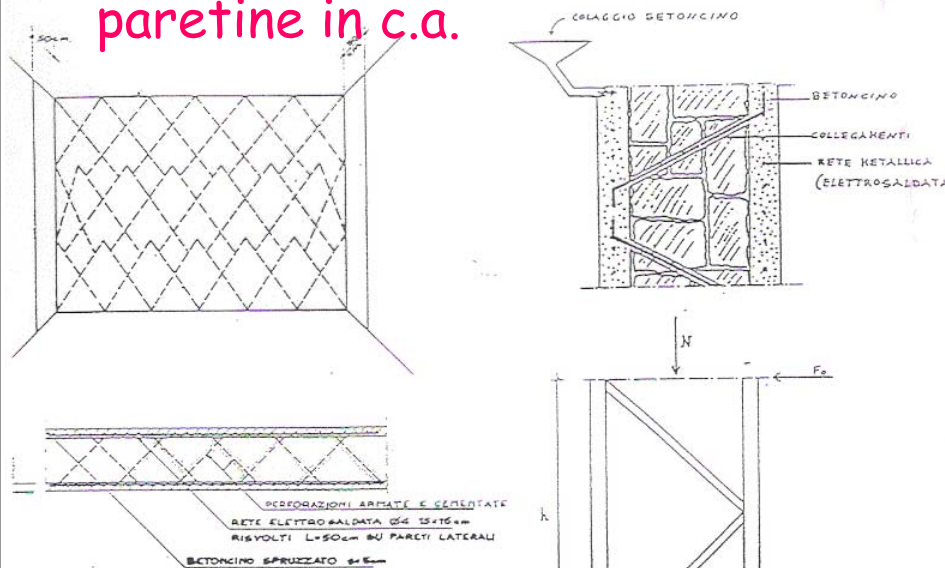
SCOPI:

- creazione di uno stato di sollecitazione pluriassiale attraverso l'introduzione di uno sforzo di compressione in direzione trasversale al carico applicato;
- incremento della rigidezza in fase elastica;
- incremento della capacità portante;
- incremento della duttilità a rottura;

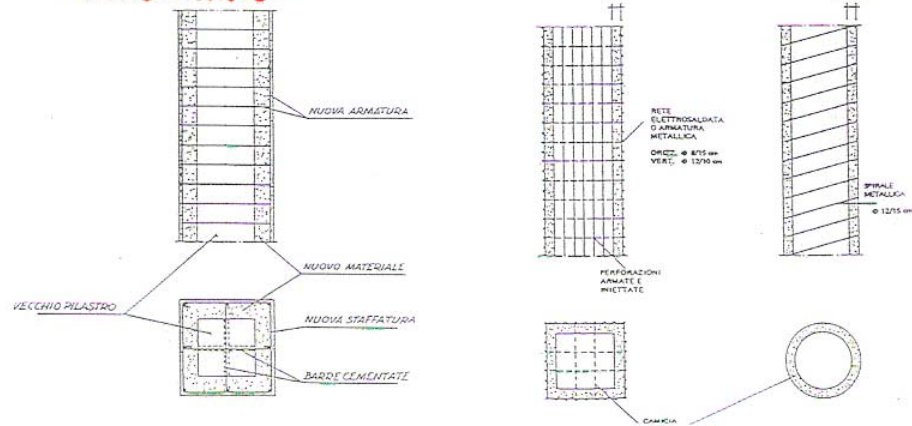
Cerchiatura con paretina in c.a.



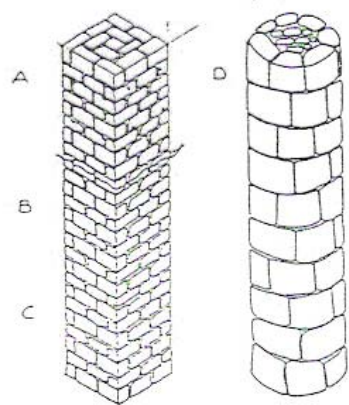
Perforazioni armate con paretine in c.a.



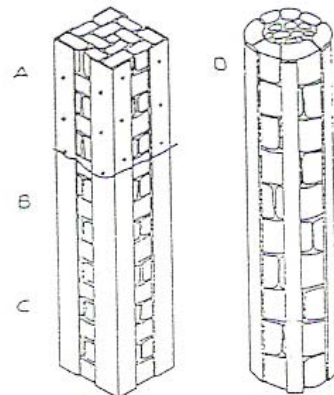
N.B.:
LE PARETINE IN C.A.
OLTRE A FORNIRE UN INCREMENTO
DI SEZIONE RESISTENTE Danno
ANCHE UN CONTRIBUTO
"CERCHIANTE"



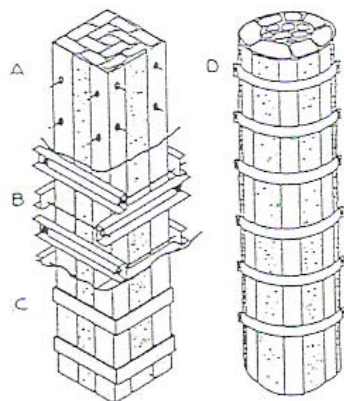
Fasi costruttive di un intervento di confinamento



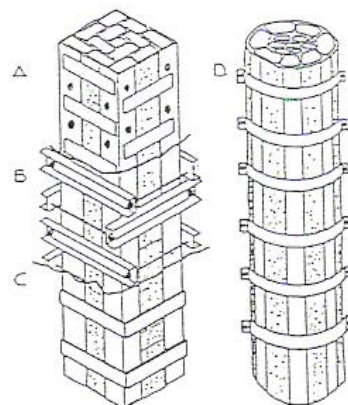
1- PULIZIA DELLE SUPERFICIE - ESECUZIONE FORI PER TIRANTI



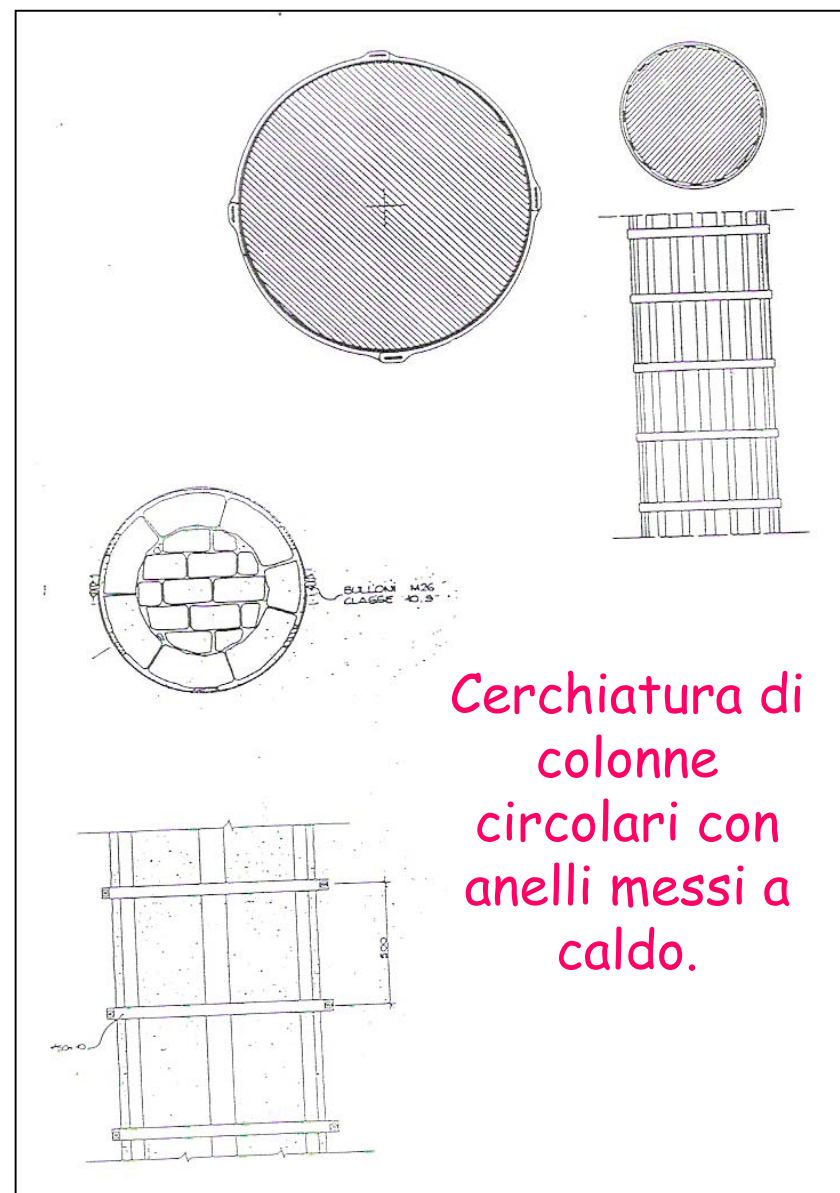
2- DISPOSIZIONE PROFILI VERTICALI



3- MESSA IN OPERA TIRANTI, DISPOSIZIONE DI TUTTI I C., MESSA IN OPERA STAFFE E CERCHIATURE

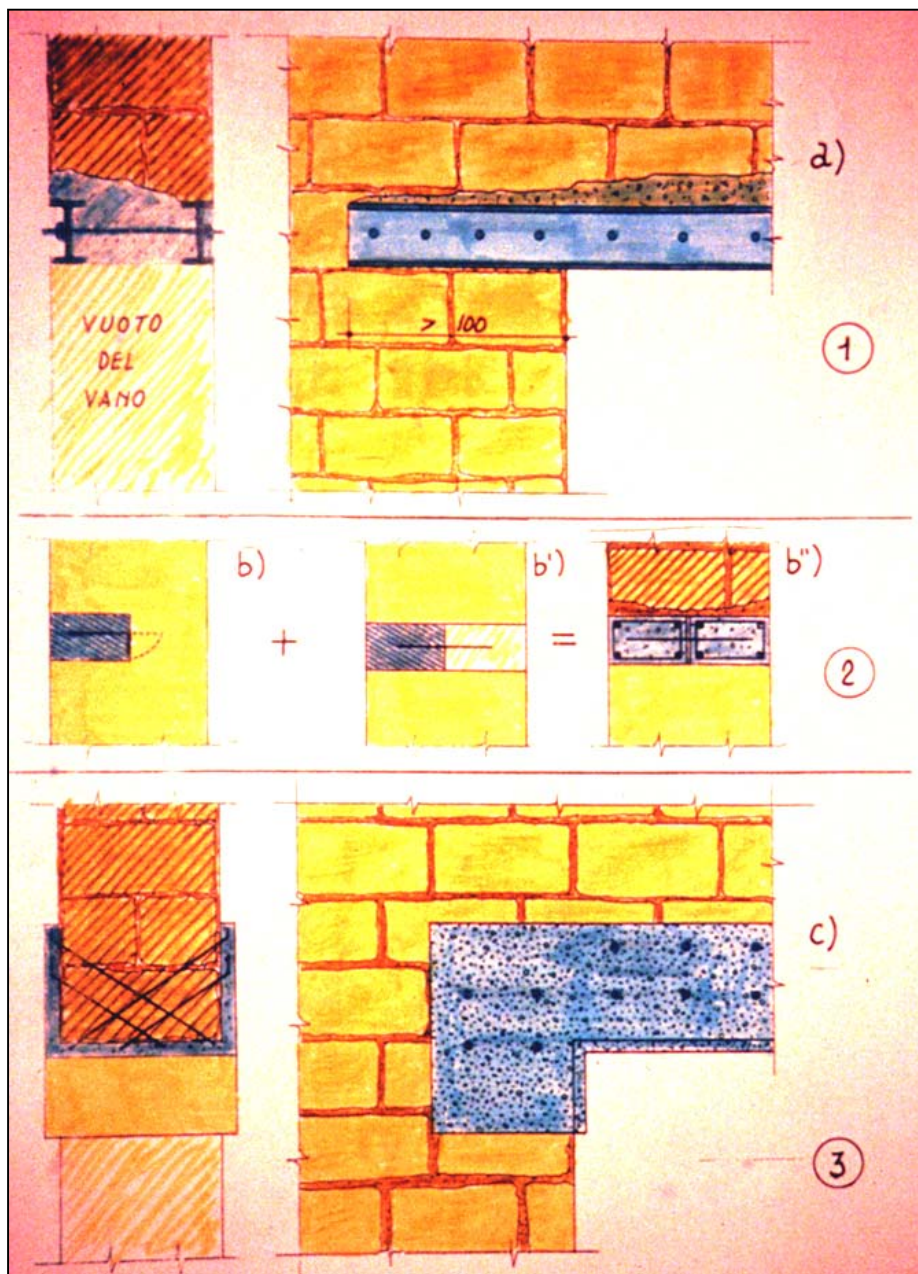


4- MESSA IN OPERA CALCESTREZZO, SERRAGGIO TIRANTI, MESSA IN FORZA STAFFE E CERCHIATURE



Cerchiatura di colonne circolari con anelli messi a caldo.

8 - Creazione o rifazione di piattabande



INTERVENTI SU ORIZZONTAMENTI

1. ARCHI E VOLTE

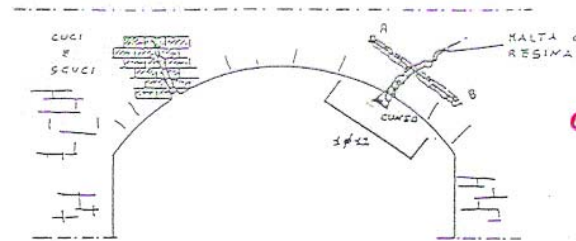
2. SOLAI IN LEGNO

3. SOLAI IN FERRO

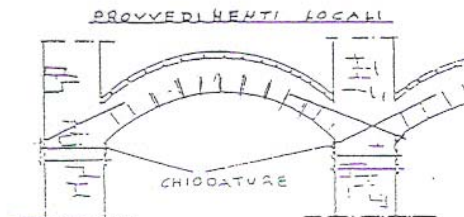
4. SOLAI IN CEMENTO ARMATO

1 - Interventi su archi e volte

- interventi locali con “cuci e scuci”; ←
- resine epossidiche per piccole fessure ($1 \div 2$ mm);
- malta espansiva iniettata a pressione per fessure più grandi ($2 \div 4$ cm);
- rinforzo con barre metalliche; ←
- consolidamento intradossale o estradossale con cappa in c.a., eventualmente spruzzata (“spritzz beton”), armata con rete elettrosaldata;
- eliminazione della spinta a mezzo catene metalliche; ←
- alleggerimento dei rinfianchi con costruzione di rinfianchi cellulari;
- svuotamento della volta con costruzione di un nuovo solaio; ←
- sospensione a strutture soprastanti;
- fasciatura dell'arco a mezzo struttura reticolare metallica;

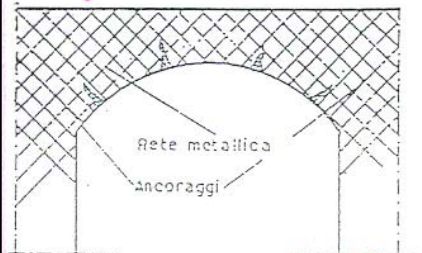


Cuci e suci
+
Resine

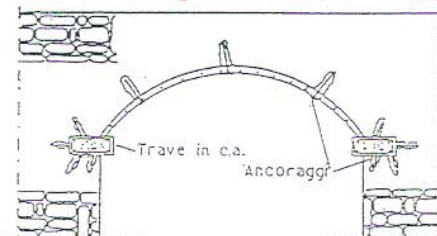


Rinforzo
con barre
metalliche

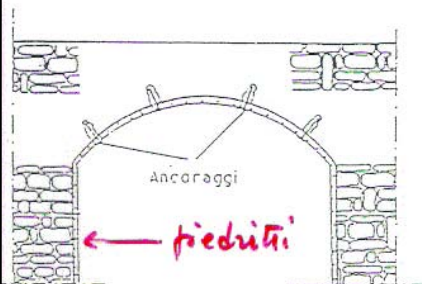
Foggiatura di un arco



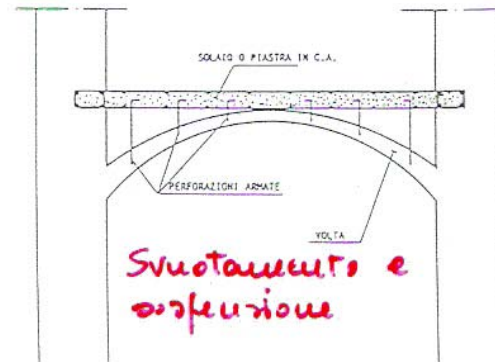
Consolid. intradosale



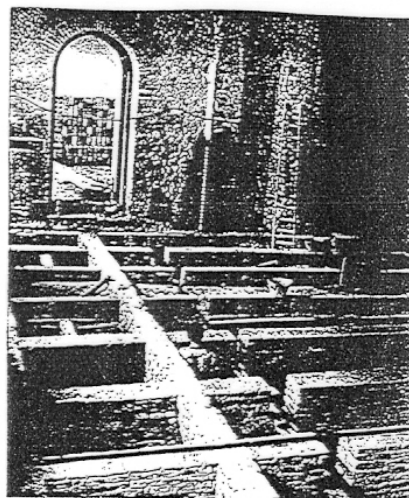
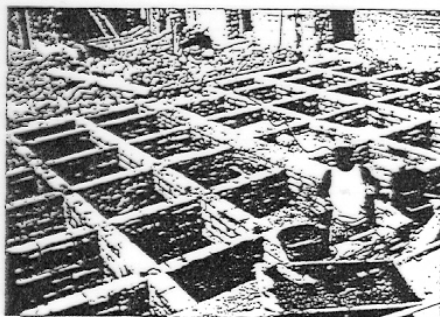
Volta a Botte senza ausilio di piedritti



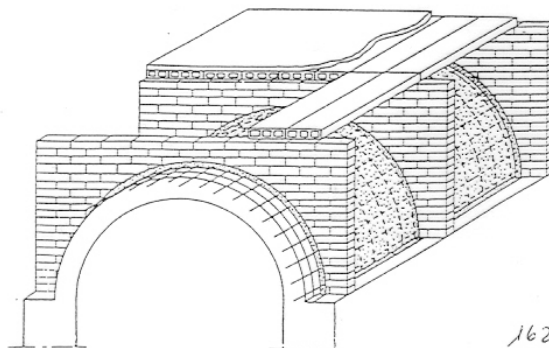
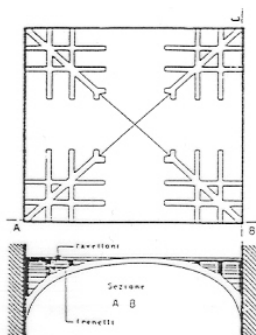
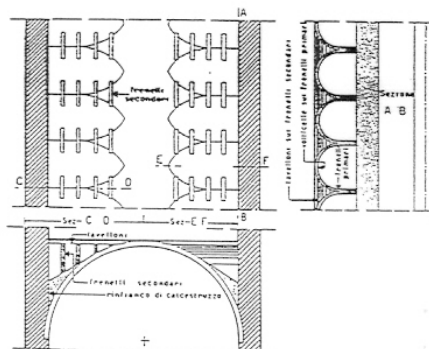
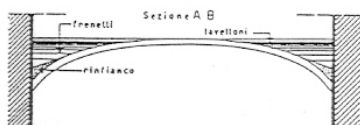
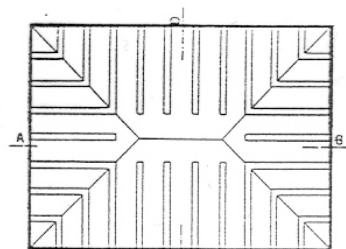
Volta a Botte con ausilio di
Piedritti



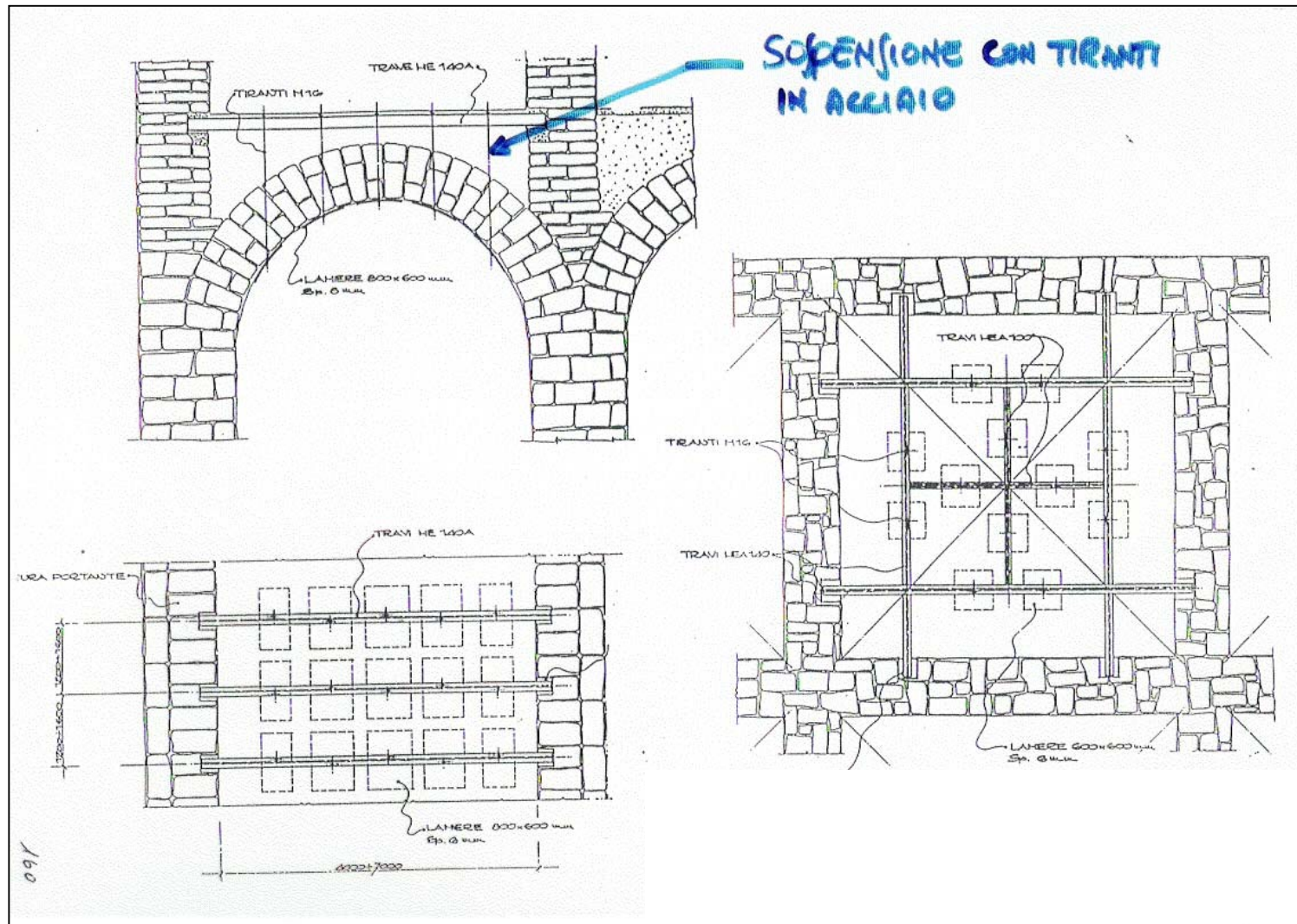
Svuotamento e
perforazione

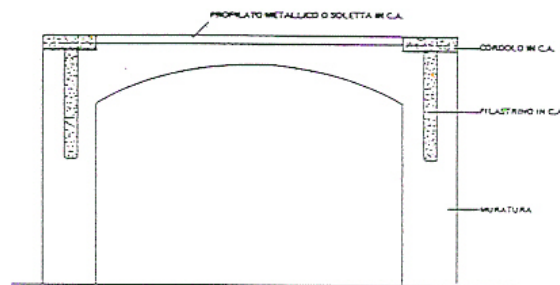
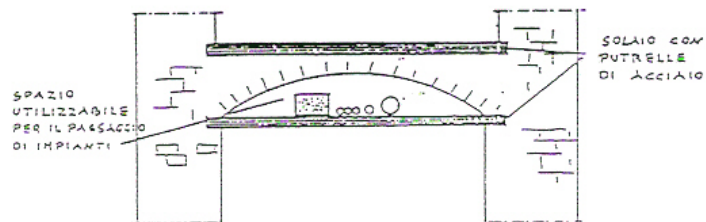


Alleggerimento delle volte

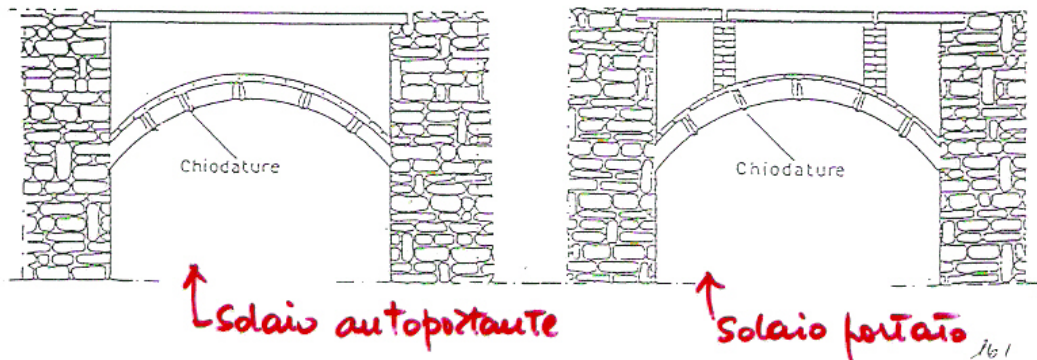


Sospensione ad altre strutture sovrastanti





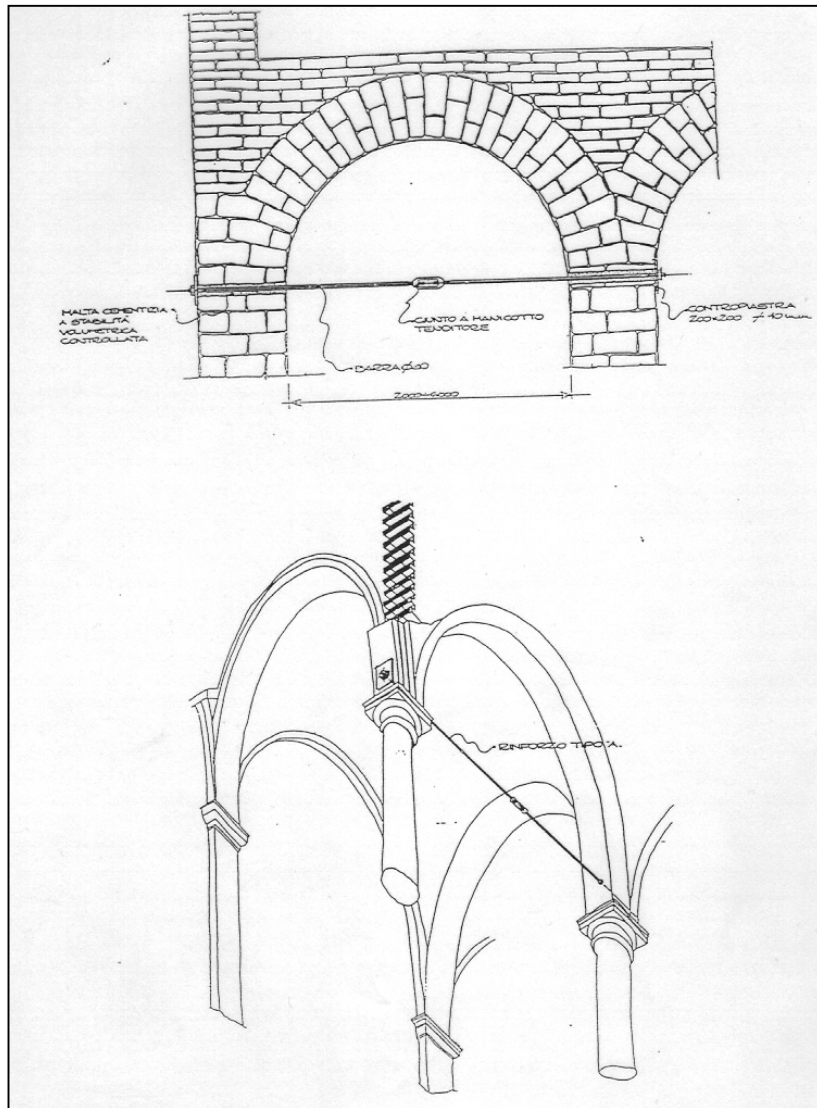
Interventi all'estradosso



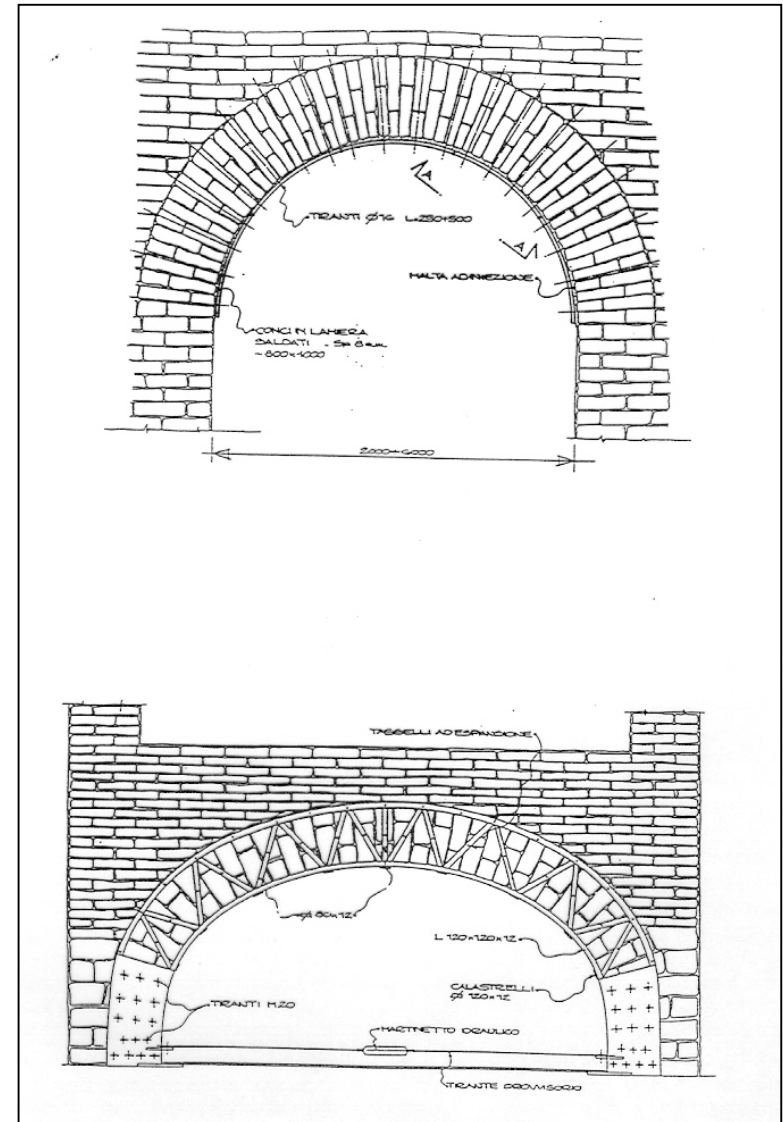
L'eliminazione delle spinte con catene a diversi livelli

I consolidamenti estradosso con controsolette

L'assorbimento delle spinte con catene esterne



Fasciatura di archi con sistemi reticolari di acciaio



CARATTERISTICHE TIPICHE DI DISSESTO:

- rilevanti deformazioni viscosse della struttura principale e di quella secondaria, che costringe all'impiego di pesanti strati di riempimento (caldane);
- elevato rischio di degrado biologico per effetto dell'umidità, microrganismi, ecc.;
- facile degrado delle condizioni di vincolo dovuto alle vibrazioni ed alla putrefazione delle testate delle travi lignee;
- perdita di connessione tra le travi e gli strati i riempimento;
- eccesso di deformabilità;
- fessurazione longitudinale delle travi;
- fessurazione nel piano del solaio in direzione parallela alle travi per mancanza di rigidità in direzione trasversale;
- dissesto delle selle di appoggio nei muri portanti a causa dello scarico concentrato del solaio;

PRATICA CORRENTE

- accoppiamento delle travi lignee con di profili metallici;
- inserimento di profili metallici con la funzione di costituire una struttura mista;
- introduzione di una o più travi trasversali al disotto del solaio con funzione di rompitratto;
- irrigidimento del tavolato mediante elementi lignei o metallici;
- aggiunta di chiodi, piatti e angolari metallici per interventi localizzati;
- interventi con resine epossidiche;

2 - Interventi sui solai in legno

Un solaio in legno del settecento “incartato”



L'orditura minuta sottostante serve a sostenere le tele (in incannucciata)

Nonostante l'apparente degrado le travi in legno sono risultate in buono stato di conservazione





I dissesti più frequenti riguardano la struttura secondaria (panconcelli): ampie deformazioni, rotture in mezzeria, perdita di appoggio

Lo smontaggio di un solaio di copertura in legno



Le travi in legno sono in ottime condizioni.
Qualche degrado (marciume) solo alle testate
(che sono state tagliate)



I panconcelli mostrano spesso le estremità rovinate



Si risagomano gli alloggiamenti delle travi per
inserire i nuovi elementi in acciaio



E' preferibile rispettare il passo originario delle travi
del vecchio solaio



Le perdite d'acqua
nella zona dei servizi
hanno causato il
marciume dei
panconcelli, che sono
in parte "scomparsi"
nelle zone di appoggio





Un solaio in legno
dell'Italia centrale

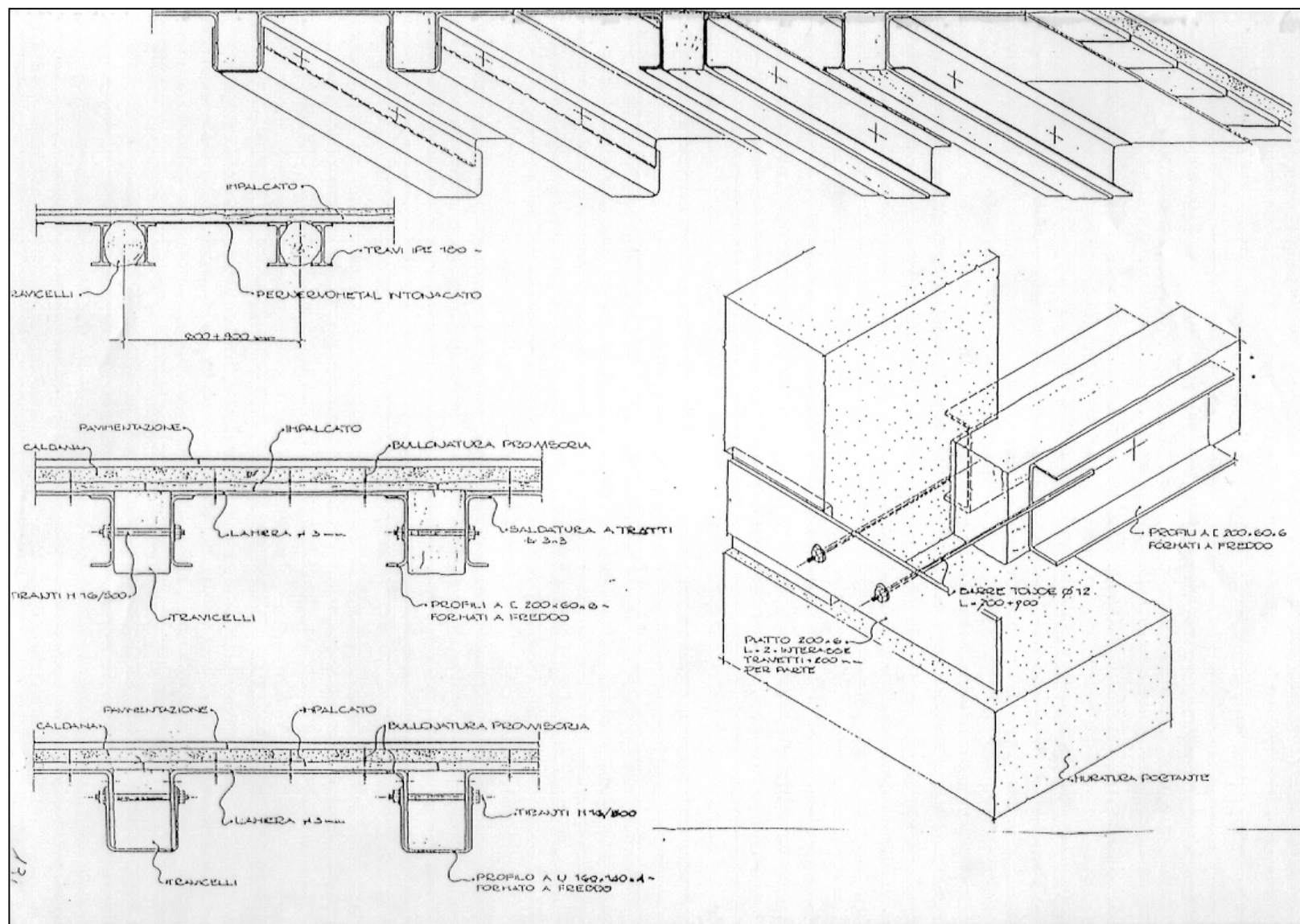
Le travi sono
squadrate e l'orditura
secondaria è
realizzata con tavole

L'appoggio su muratura di mattoni pieni non richiede particolari provvedimenti di ripartizione



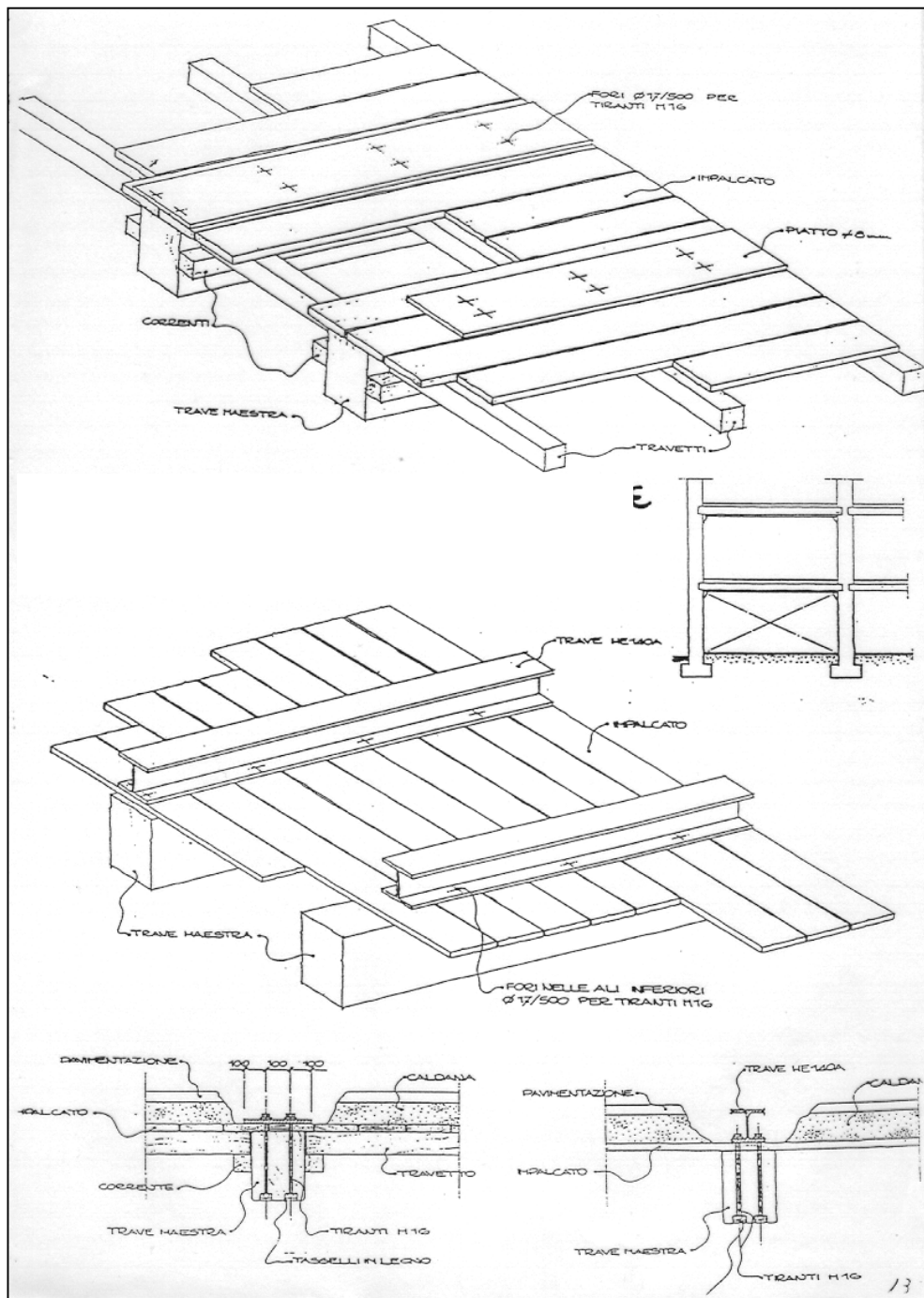
La piattabanda in calcestruzzo è moderna

Accoppiamento di profili in acciaio alle travi lignee



Rinforzo di trave lignea con guanciali in legno chiodati ed incollati

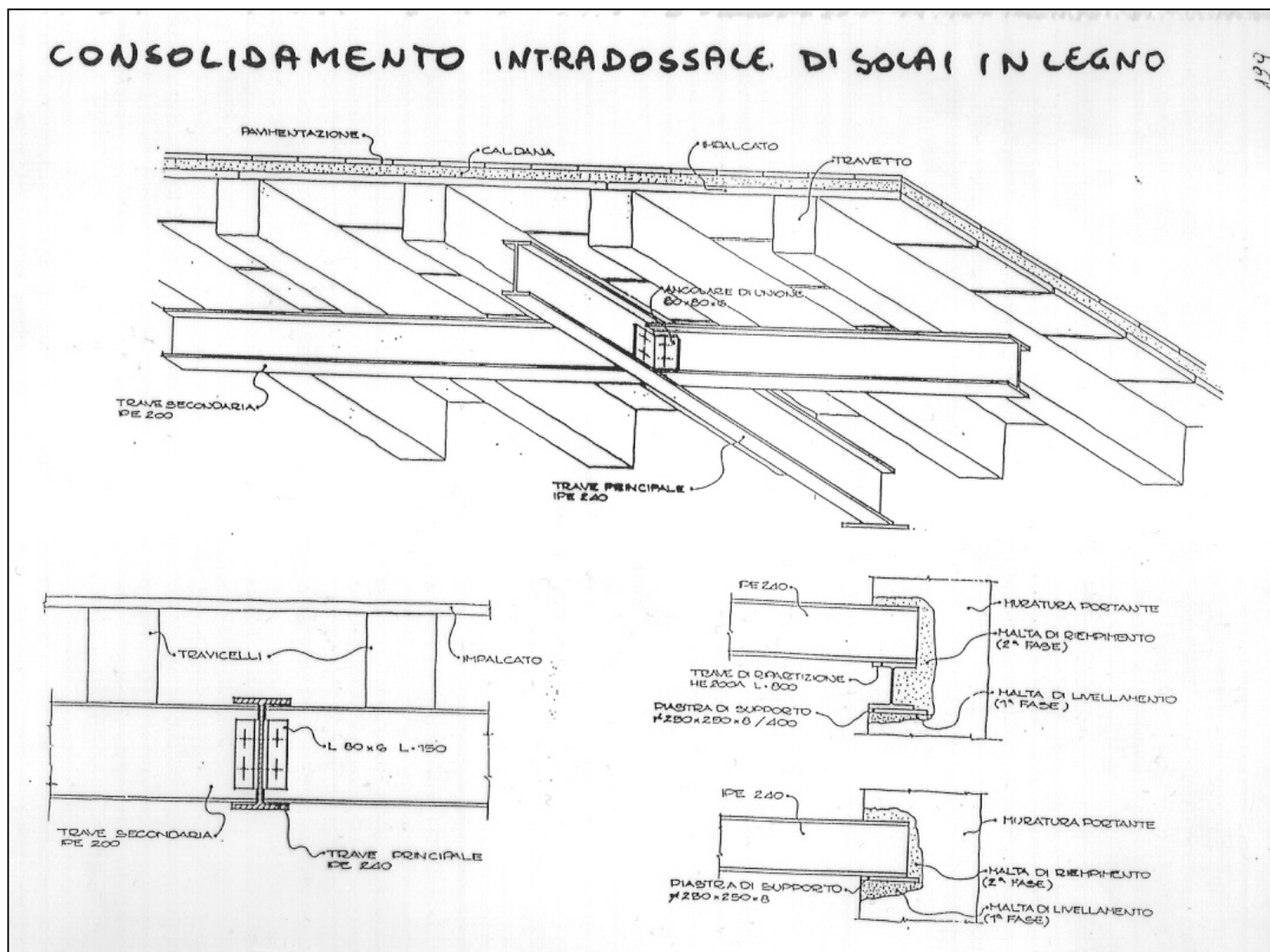




Consolidamento
estradossale con
piatti o profili in
acciaio

Si realizza una struttura
mista

Consolidamento intradossale con travi in acciaio trasversali a singola o doppia orditura

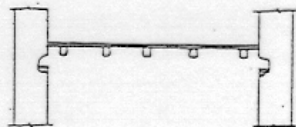


Consolidamento intradossale con travi in acciaio trasversali a singola orditura



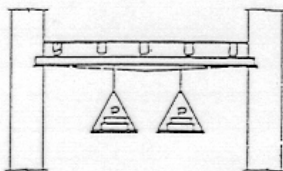
Consolidamento intradossale con travi in acciaio trasversali a singola orditura (inclinate in pianta)





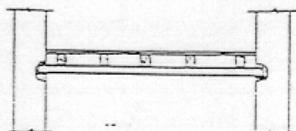
1^a FASE:

FORMAZIONE DI APPOSITE CRENE IN CORRISPONDENZA DEGLI APPOGGI ALLA FURATURA E POSIZIONAMENTO PIASTRE DI SUPPORTO



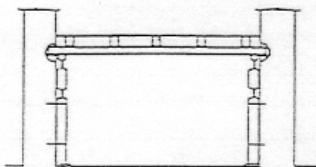
3^a FASE:

FISSAGGIO CON PUNTI DI SALDATURA ALLE PIASTRE, DISPOSIZIONE DI PESI FINO AL RAGGIUNGIMENTO DEL FRECCIA PREVENTIVA, DESGROSSATA E SPESSORAMENTO DEI TRAVETTI ESISTENTI.



2^a FASE:

FISSAGGIO PIASTRE DI SUPPORTO CON MALTA CEMENTIZIA A STABILITÀ VOLUMETRICA CONTROLLATA E POSIZIONAMENTO TRAVI

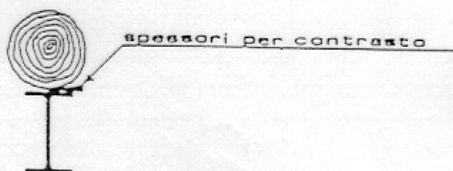
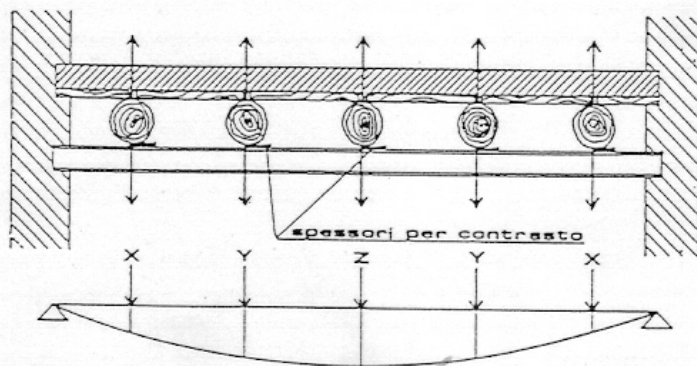


ALTERNATIVA ALLA 3^a FASE

DISPOSIZIONE DI SPESSORAMENTI SOTTO I TRAVETTI ESISTENTI, DISPOSIZIONE E TENSIONE FORZA DI MARTINETTI POSTI ALLE ESTREMITÀ DELLA TRAVE E SPESSORAMENTO TRA TRAVI. PIASTRE METALLICHE UNA VOLTA OTTENUTA LA CONTROFRECCIA NECESSARIA.

4^a FASE:

CHOCQUE DEI CARICHI PROVVISORI (O DEI MARTINETTI) CHIUSURA DELLE CRENE CON MALTA CEMENTIZIA A STABILITÀ VOLUMETRICA CONTROLLATA ED EVENTUALE CONTROSPINTATURA.



Le fasi per la messa in
forza delle travi in
acciaio e l'eventuale
sollevamento di quelle in
legno



Trave di tetto con
testata ammalorata

Risanamento con
sostituzione della parte
marcita con protesi lignea
incollata con barre di
acciaio



CARATTERISTICHE TIPICHE DI DISSESTO:

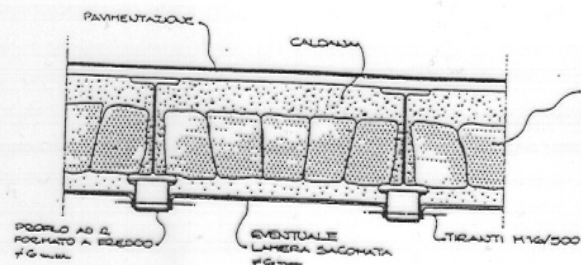
- degrado delle travi metalliche dovuto a corrosione;
- degrado delle condizioni di vincolo dovuto a vibrazioni e a carichi ripetuti;
- perdita di connessione tra le travi e gli strati di riempimento;
- eccesso di deformabilità;
- fessurazione nel piano del solaio in direzione parallela alle travi per mancanza di rigidità in direzione trasversale;
- dissesto delle selle di appoggio nei muri portanti a causa dello scarico concentrato del solaio;

PRATICA CORRENTE

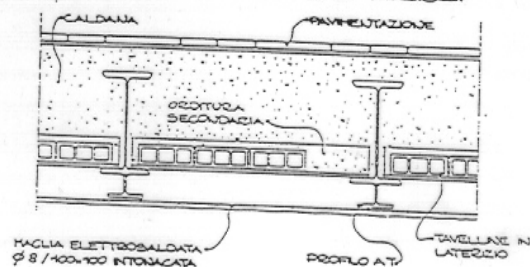
- inserimento di elementi aggiuntivi saldati allo scopo di incrementare la sezione resistente delle travi;
- introduzione di una o più travi trasversali al disotto del solaio con funzione di rompitratto;
- getto di una soletta integrativa in c.a. armata con rete elettrosaldata;

3 - Interventi sui solai in acciaio

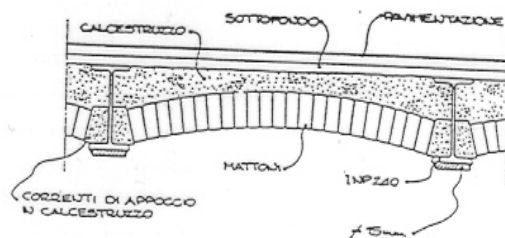
(E) SOLAIO CON TRAVI METALLICHE E SPACCATELLE DI TUFO



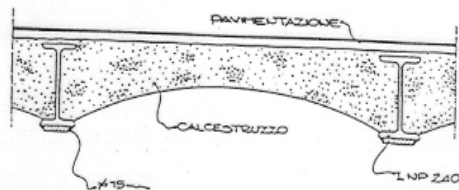
(F) SOLAIO CON TRAVI PRINCIPALI E TRAVERSE METALLICHE E LATERIZI



(G) SOLAIO CON TRAVI METALLICHE E VOLTA IN MATTONI PIENI



(H) SOLAIO CON TRAVI METALLICHE E VOLTA IN CALCESTRUZZO



Consolidamento
intradossale di solai in
ferro con aggiunta di
piatti o profili in
acciaio saldati alle
travi esistenti

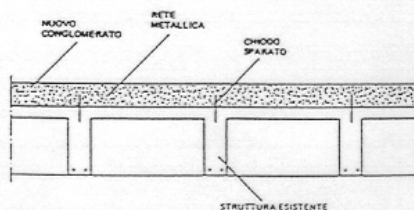
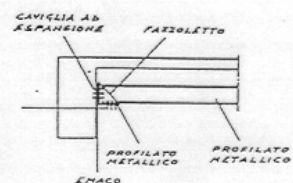
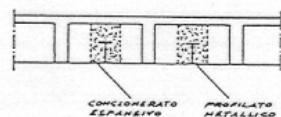
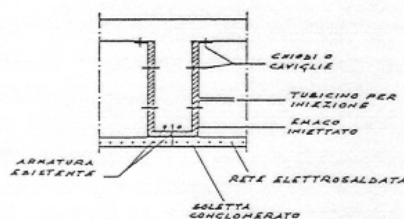
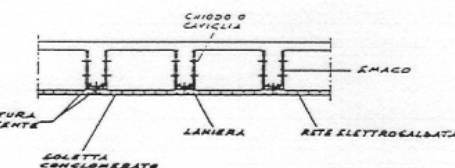
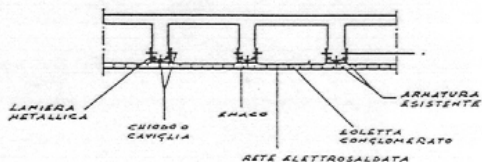
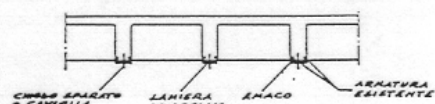
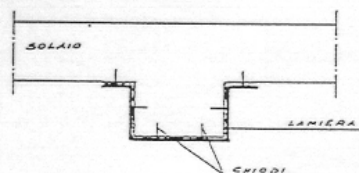
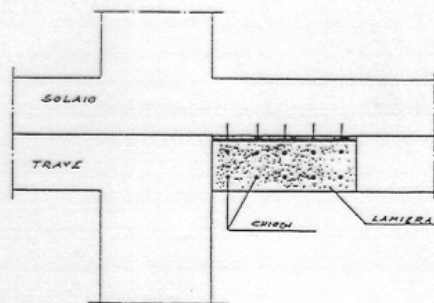
CARATTERISTICHE TIPICHE DI DISSESTO:

- degrado fisico-chimico del conglomerato;
- corrosione delle armature;
- espulsione del copriferro;
- fessurazioni nel piano del solaio in direzione parallela ai travetti;
- eccesso di deformabilità;

PRATICA CORRENTE

- impiego di resine per la sigillatura delle lesioni;
- ricostituzione del copriferro;
- getto di una soletta estradossale integrativa;
- placcaggio con elementi metallici;

4 - Interventi sui solai in c.a.



Rinforzo dei travetti
in cls con lamiere
sottili sagomate e
chiodate

Realizzazione di
controsolette armate

Aggiunta di travi
parallele ai travetti
nei vuoti dei laterizi

L'EDIFICIO DEVE COMPORTARSI COME UNA STRUTTURA SPAZIALE AVENTE COMPORTAMENTO SCATOLARE OSSIA IN CUI GLI ELEMENTI RESISTENTI VERTICALI (PARETI) RISULTANO BEN COLLEGATI TRA LORO.

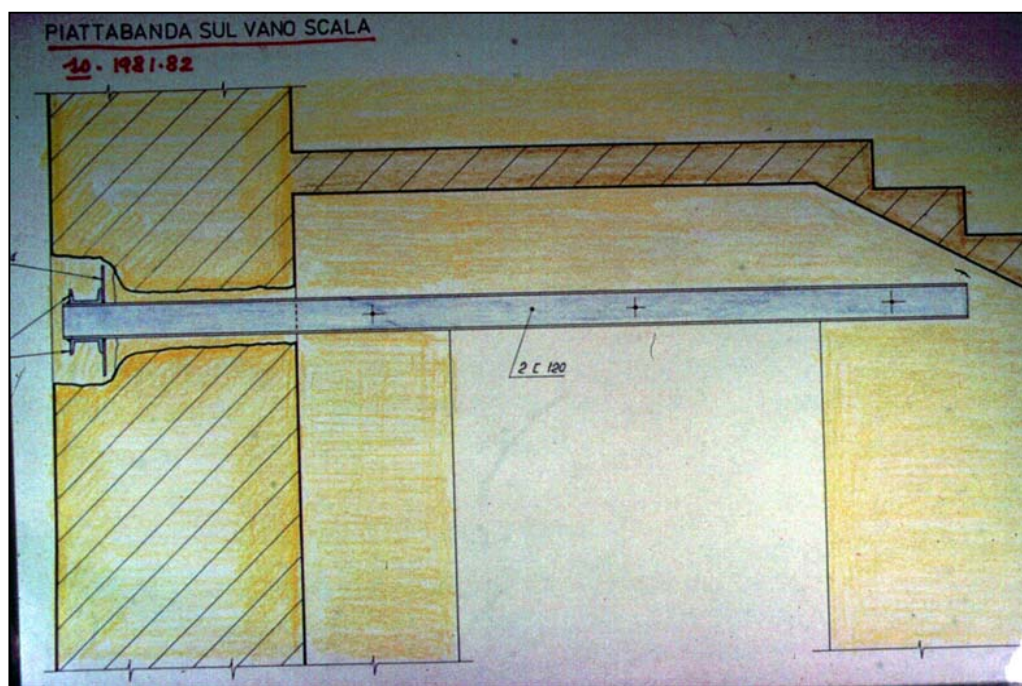
PER UNA EFFICACE RIPARTIZIONE DELLE AZIONI ORIZZONTALI DOVUTE AL SISMA ONDULATORIO E' NECESSARIO CHE I SOLAI RISULTINO BEN COLLEGATI ALLE PARETI PORTANTI ED ABBIANO UNA ADEGUATA RIGIDEZZA NEL PROPRIO PIANO

SONO IPOTIZZABILI PERTANTO I SEGUENTI INTERVENTI TESI A RIPORTARE EDIFICI DI I E II CLASSE AD EDIFICI DI III CLASSE:

- INSERIMENTO DI CATENE PER IL COLLEGAMENTO DELLE PARETI
- INSERIMENTO DI CORDOLI ORIZZONTALI A LIVELLO DI SOLAIO
- IRRIGIDIMENTO DEI SOLAI NEL PROPRIO PIANO
- COLLEGAMENTI DI SOLAI ALLE PARETI
- **RINFORZI DELLE FASCE DI PIANO**

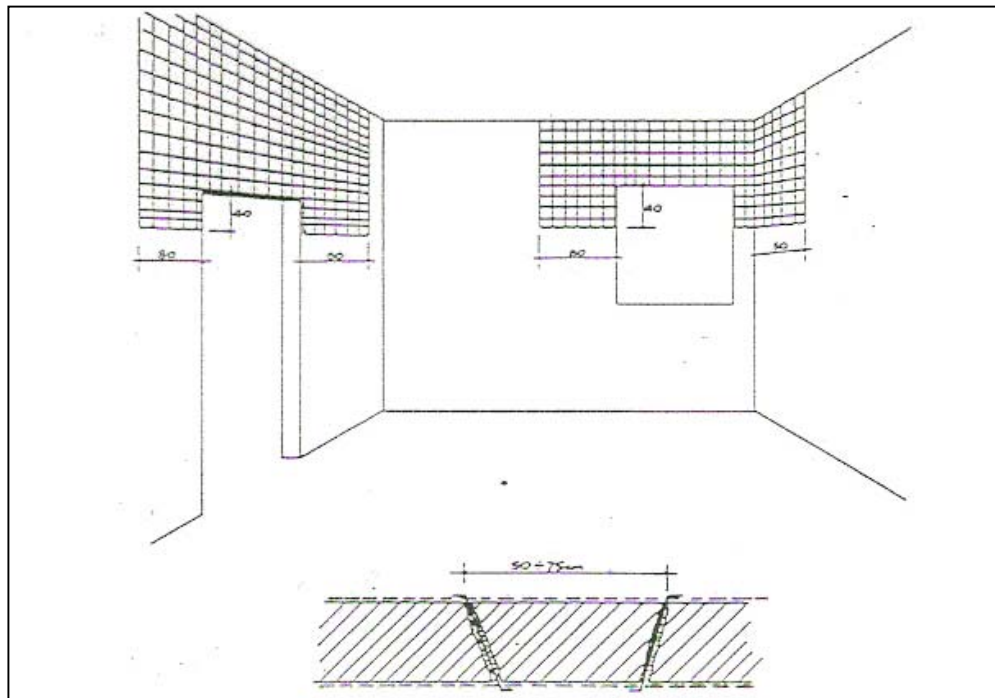
E' INOLTRE NECESSARIO ELIMINARE, O ALMENO RIDURRE, LE SPINTE CHE ELEMENTI, COME GLI ARCHI E LE VOLTE, RIPORTANO SULLE MURATURE PORTANTI

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO E L'ADEGUAMENTO SISMICO



Incremento della
resistenza a flessione

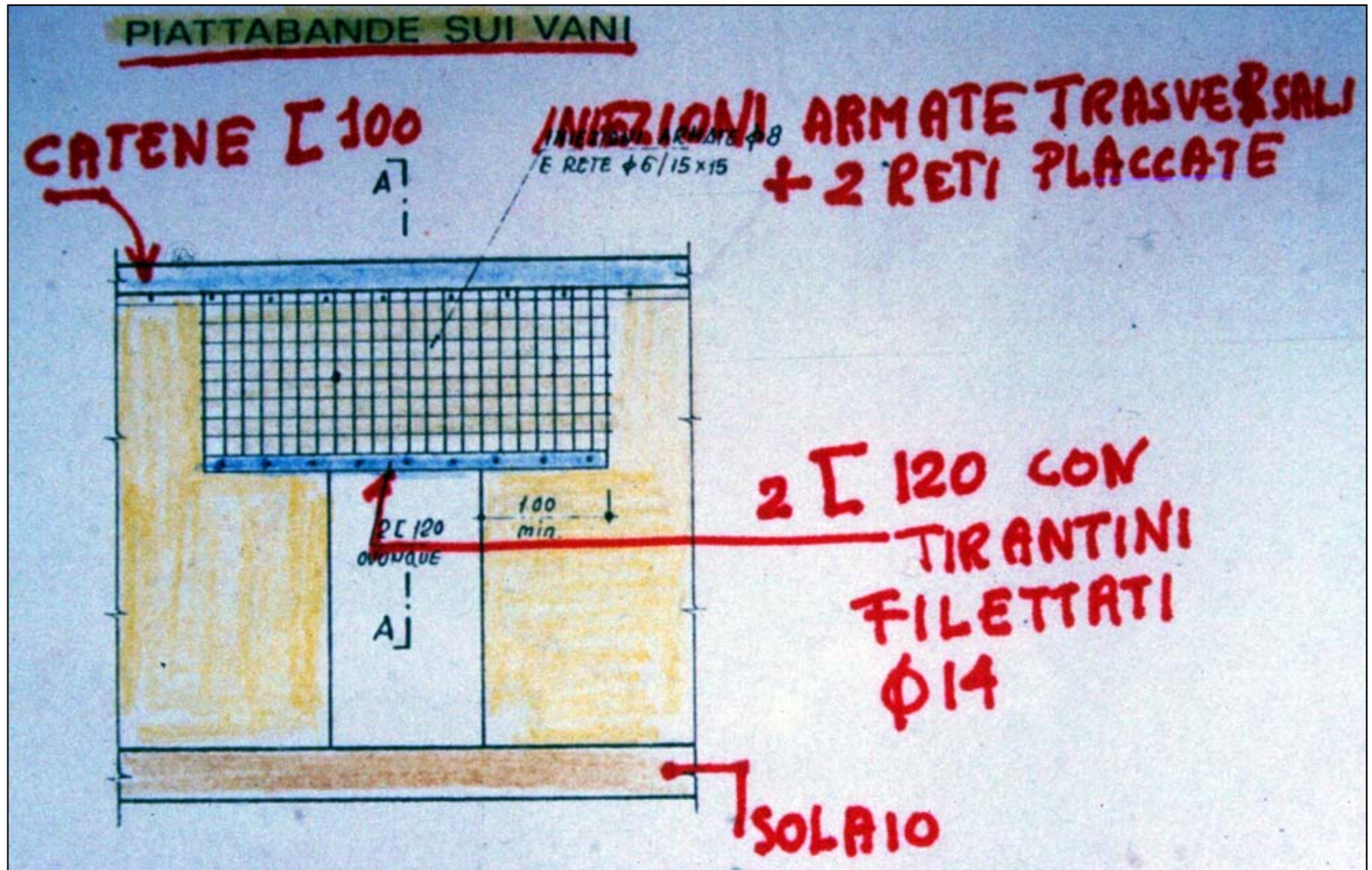
Interventi sulla fasce
di piano



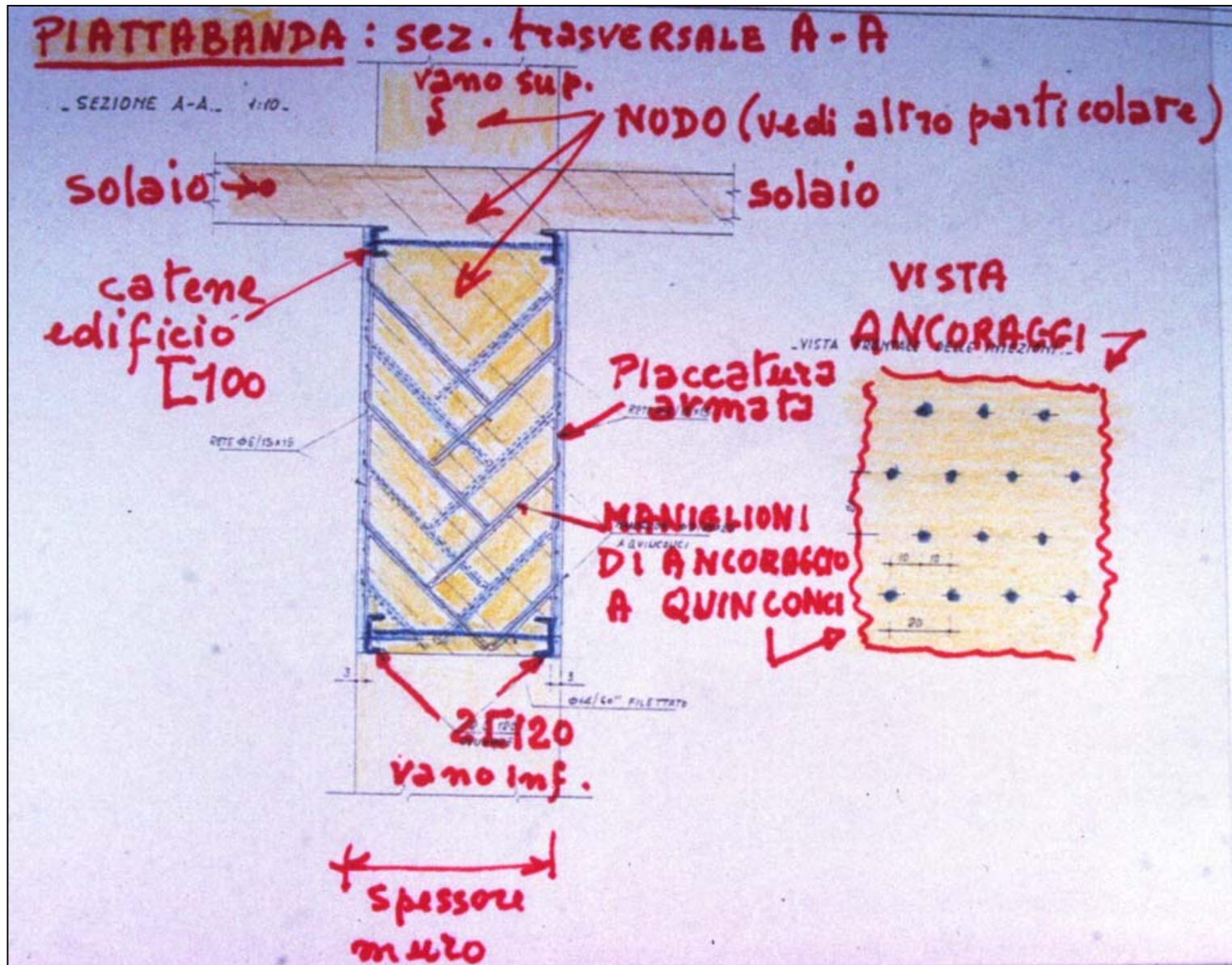
Incremento della
resistenza a taglio

Interventi sulla fasce di piano

Incremento della resistenza a flessione e a taglio



Incremento della resistenza a flessione e a taglio



Inserimento di catene metalliche

SCOPI:

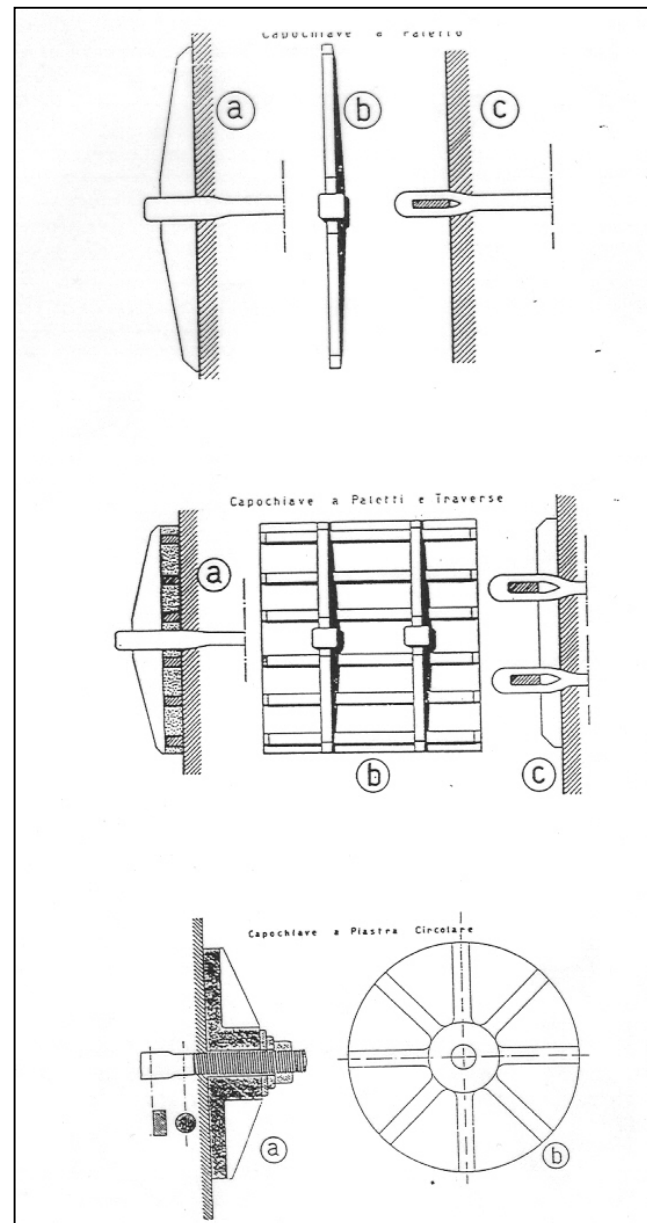
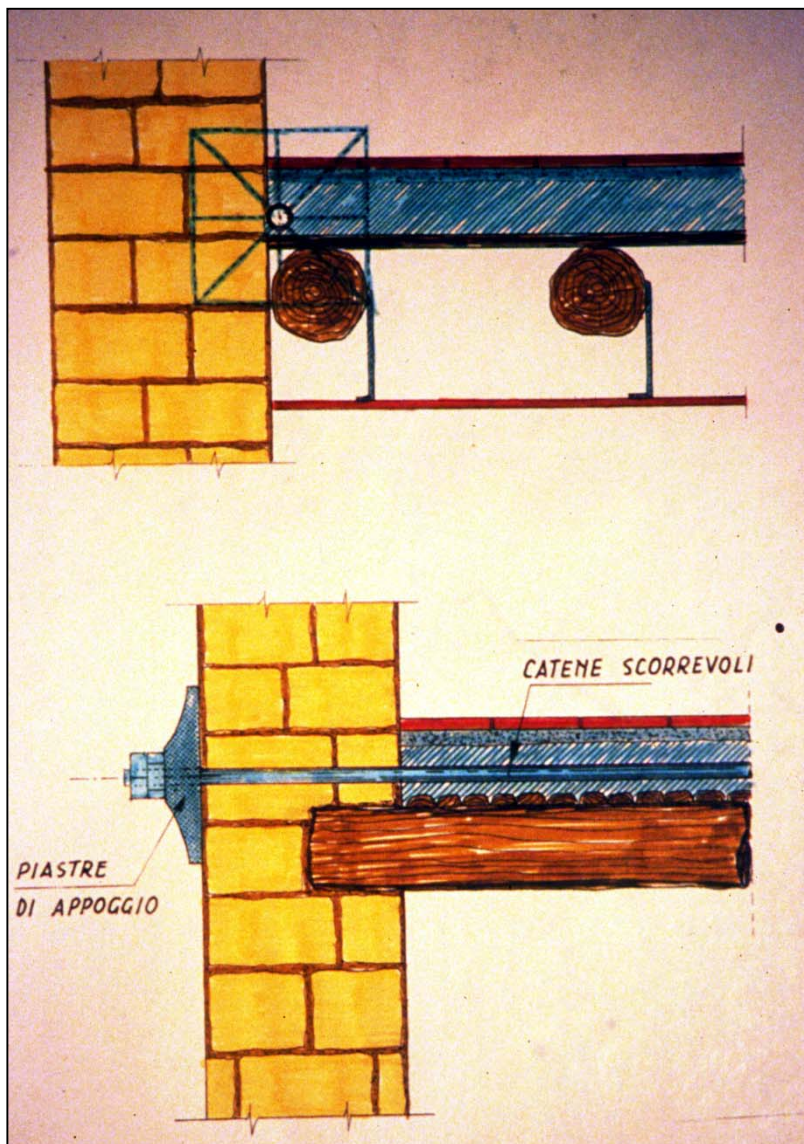
- mutuo collegamento delle pareti murarie di un edificio allo scopo di migliorarne il comportamento scatolare;
- miglioramento del collegamento tra le strutture orizzontali (solai o volte) e quelle verticali;
- riduzione o eliminazione della spinta di archi e volte;
- incremento degli sforzi di compressione nella muratura allo scopo di incrementarne la resistenza alle azioni di taglio;

NOTE:

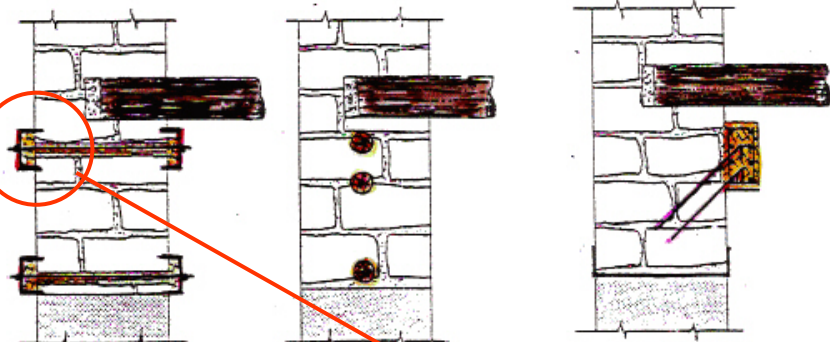
- l'uso delle catene è raccomandato con murature aventi resistenza abbastanza elevata;
- si raccomanda l'impiego di materiali aventi elevata rigidità (acciai), allo scopo di ottenere il richiesto grado di coazione con spostamenti il più possibile ridotti;
- è sempre consigliabile una leggera pretensione degli elementi allo scopo di ottenere una soddisfacente collaborazione strutturale anche per piccoli valori del carico;
- notevole influenza della temperatura di posa in opera;
- facilità di installazione;



Catene scorrevoli



Catene aderenti e cordoli

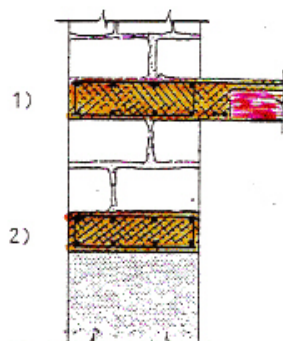


COPPIA DI PROFILATI A U COLLEGATI DA TIRANTI INIETTATI

TIRANTI DI ACCIAIO ORDINARIO O PRECOM-PRESSO INIETTATI CON MALTA CEMENTIZIA

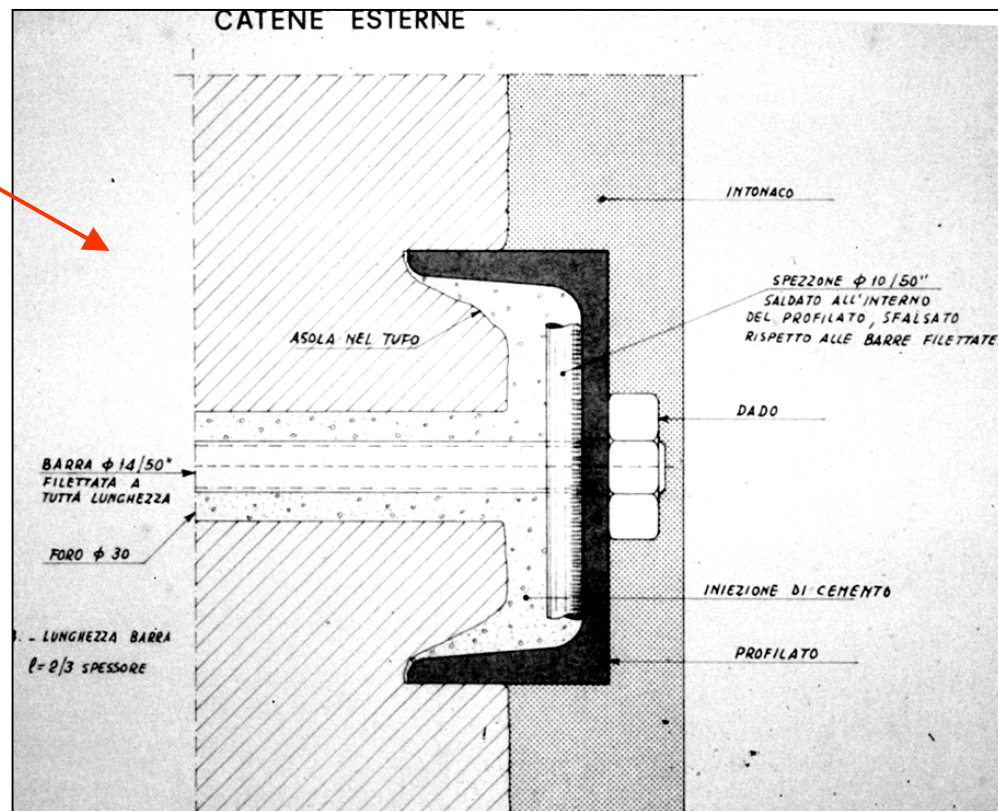
CORDOLO IN C.A. CHIODATO ALLA MURATURA

II.1

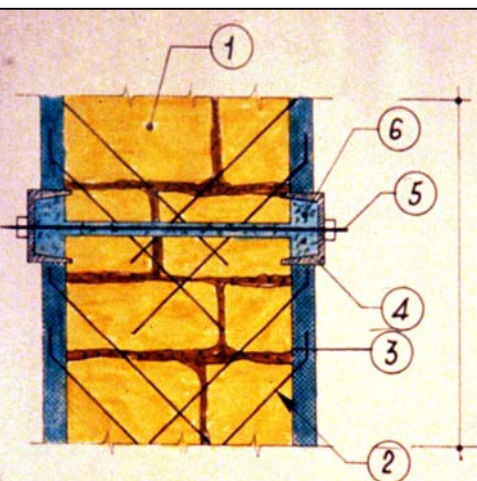


1) CORDOLO PERIMETRALE DI SOLAIO IN C.A.
2) PIATTABANDA IN C.A.

II.2



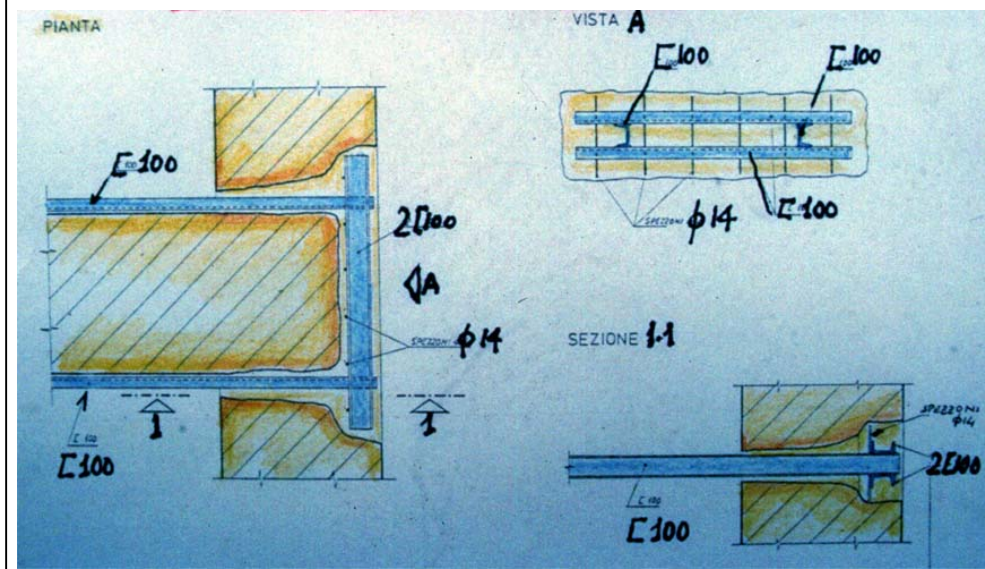
Catene aderenti con profilati in acciaio



FASCIA INIETTATA E
RINFORZATA
"A CATENA ADERENTE"
IN PROFILATI DI ACCIAIO
AVENTE FUNZIONE DI
CORDOLO

- ① MURO DA INCATENARE
- ② FORI PER INIEZIONI RINFORZATE CON BARRE METALLICHE
- ③ PLACCATURE (EVENTUALI)
- ④ PROFILATI METALLICI A C AVENTI FUNZIONE DI "CATENA ADERENTE"
- ⑤ BARRE TRASVERSALI INTERVALLATE PER CONFERIRE ADERENZA ALLA CATENA
- ⑥ MALTA DI INIEZIONE DELLE FORATURE TRASVERSALI E DELL'INTERSPAZIO CATENA - MURATURA PER ASSICURARE L'ADERENZA

Ancoraggio terminale di catene di un muro trasversale



Catene aderenti con profilati in acciaio

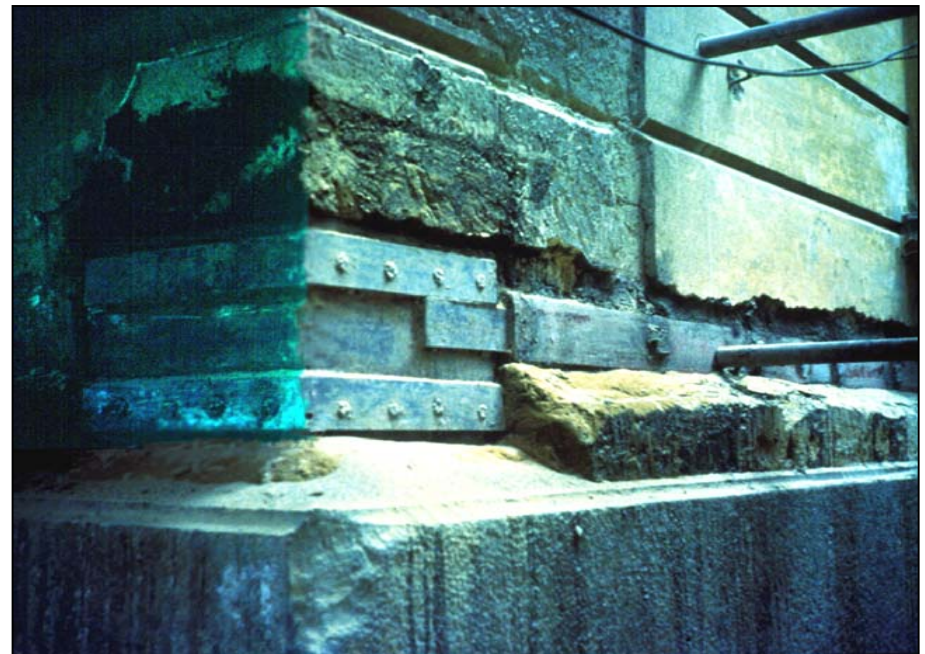
Realizzazione in cantiere



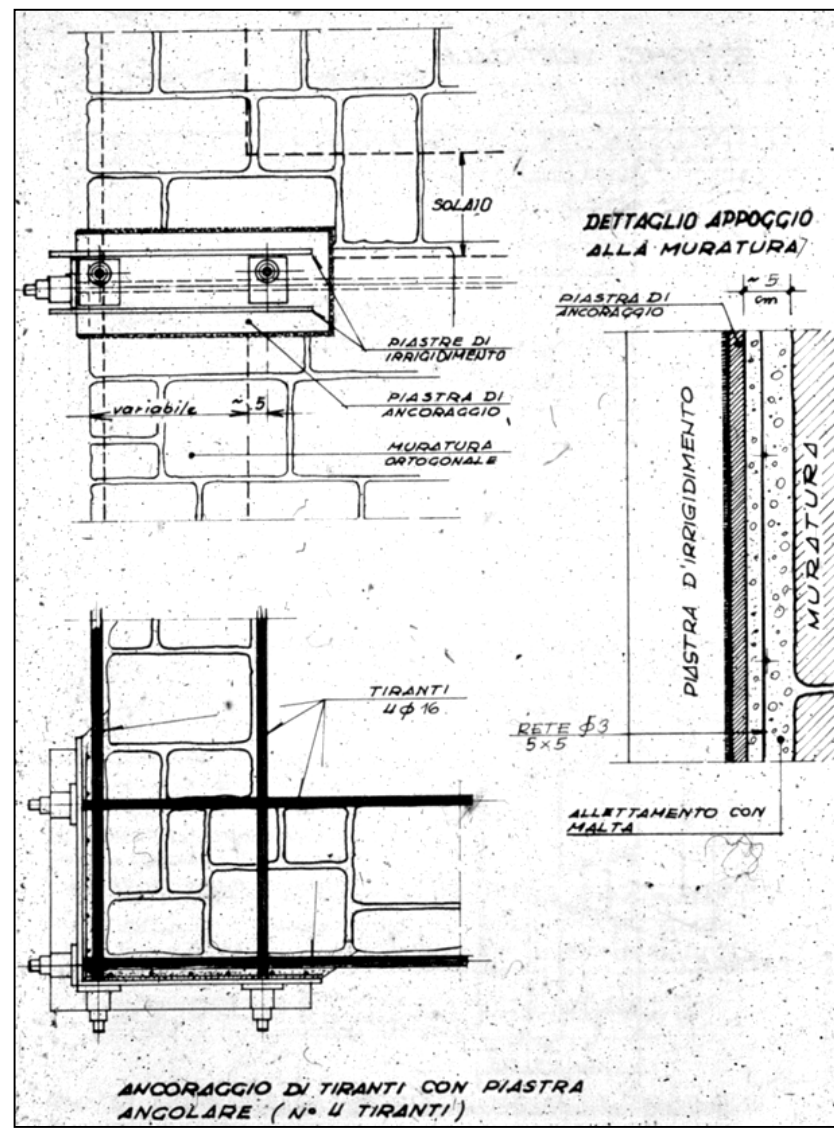
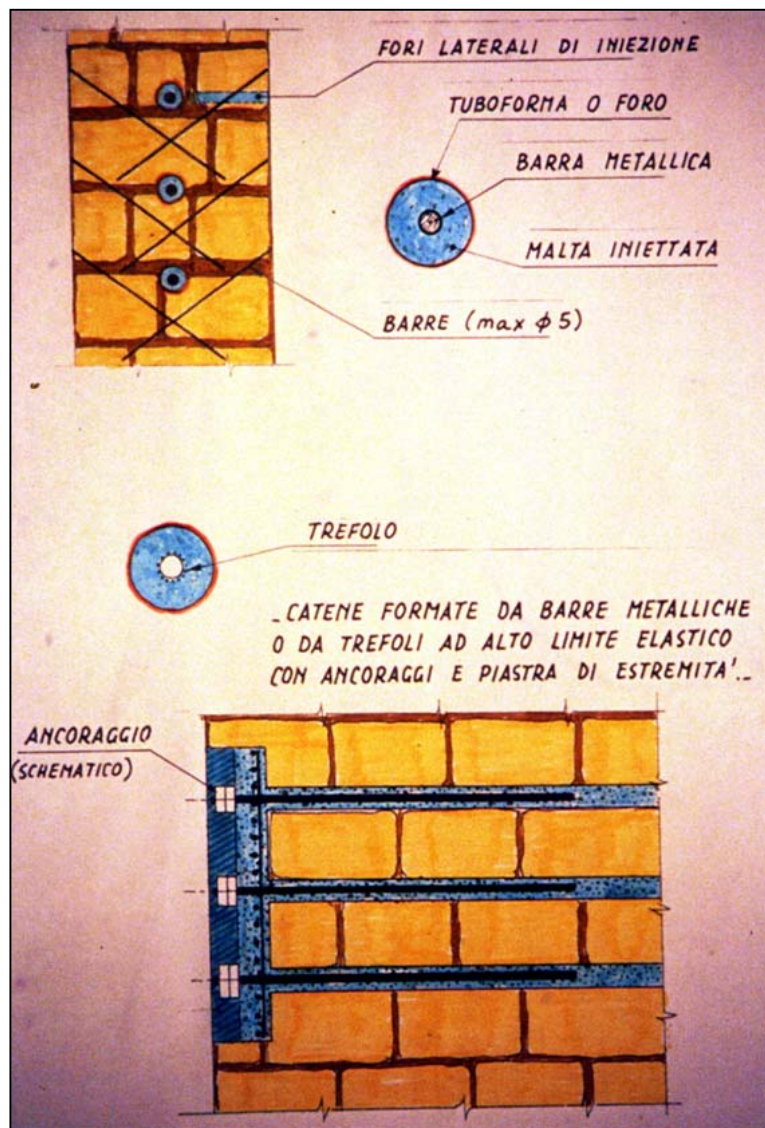


Catene aderenti con
profilati in acciaio

Dettagli di ancoraggi
terminali

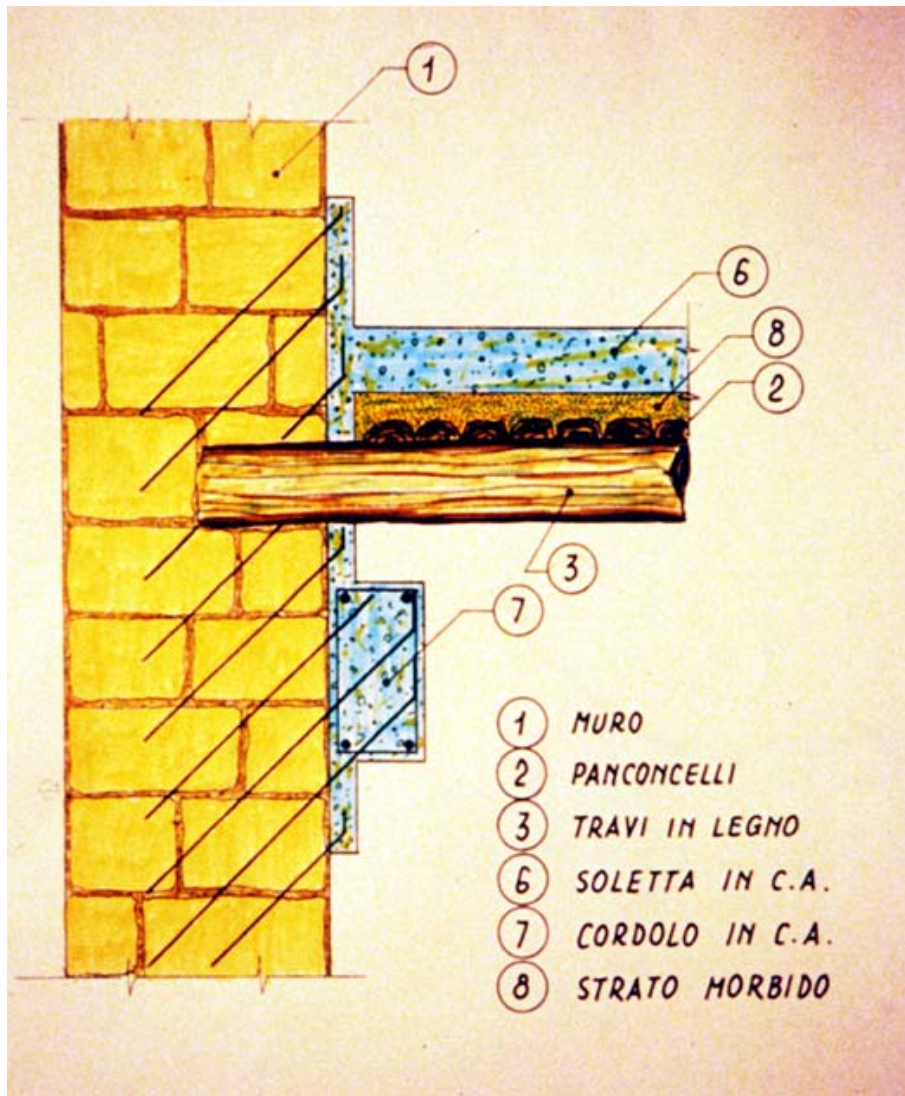


Catene aderenti con barre di acciaio o trefoli



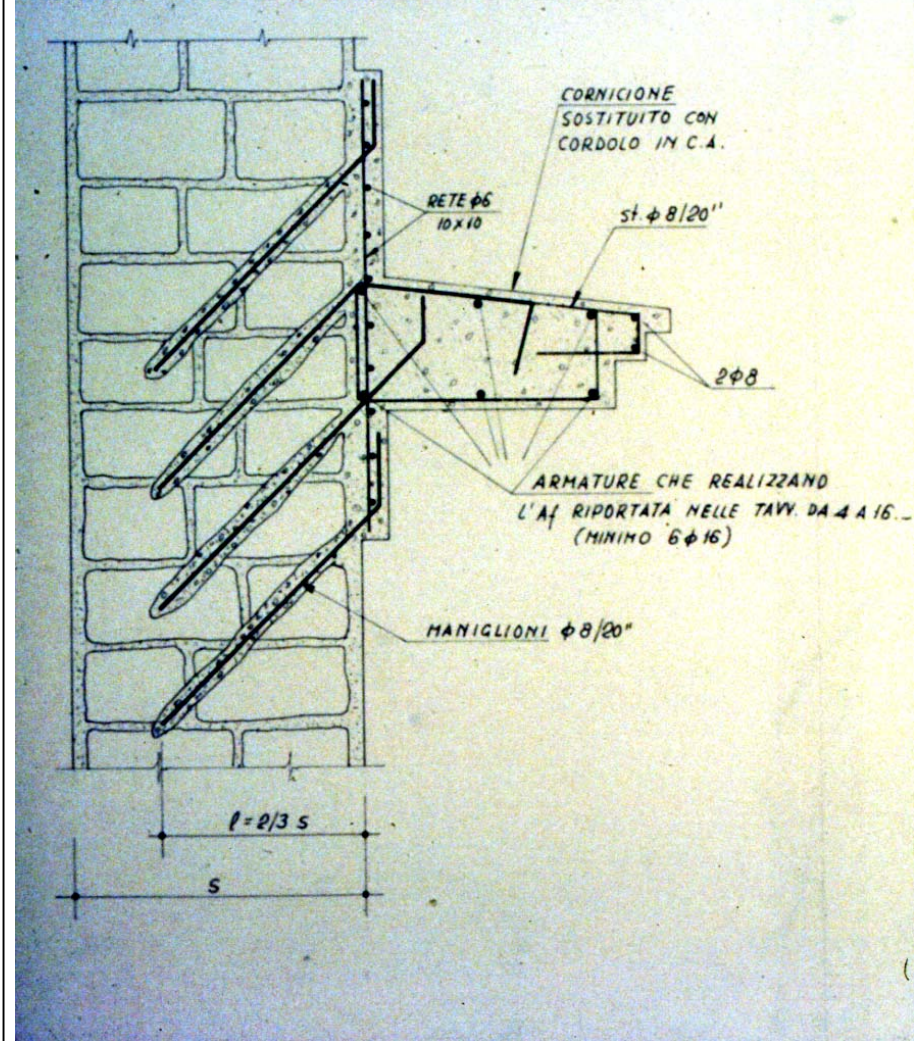
Catene aderenti e cordoli in c.a.

Per un solaio in legno



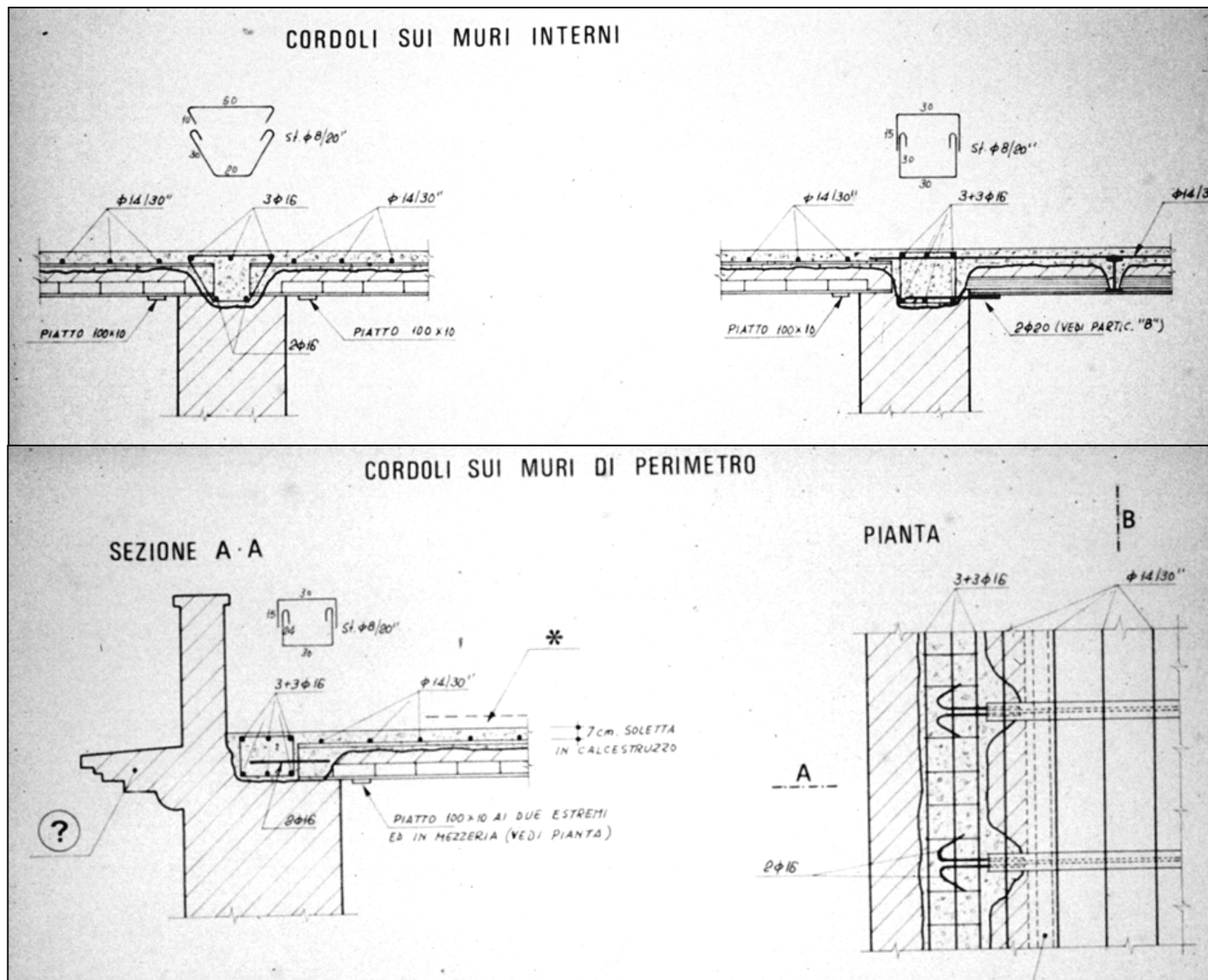
Al posto del cornicione

CORNICIONE - CORDOLO

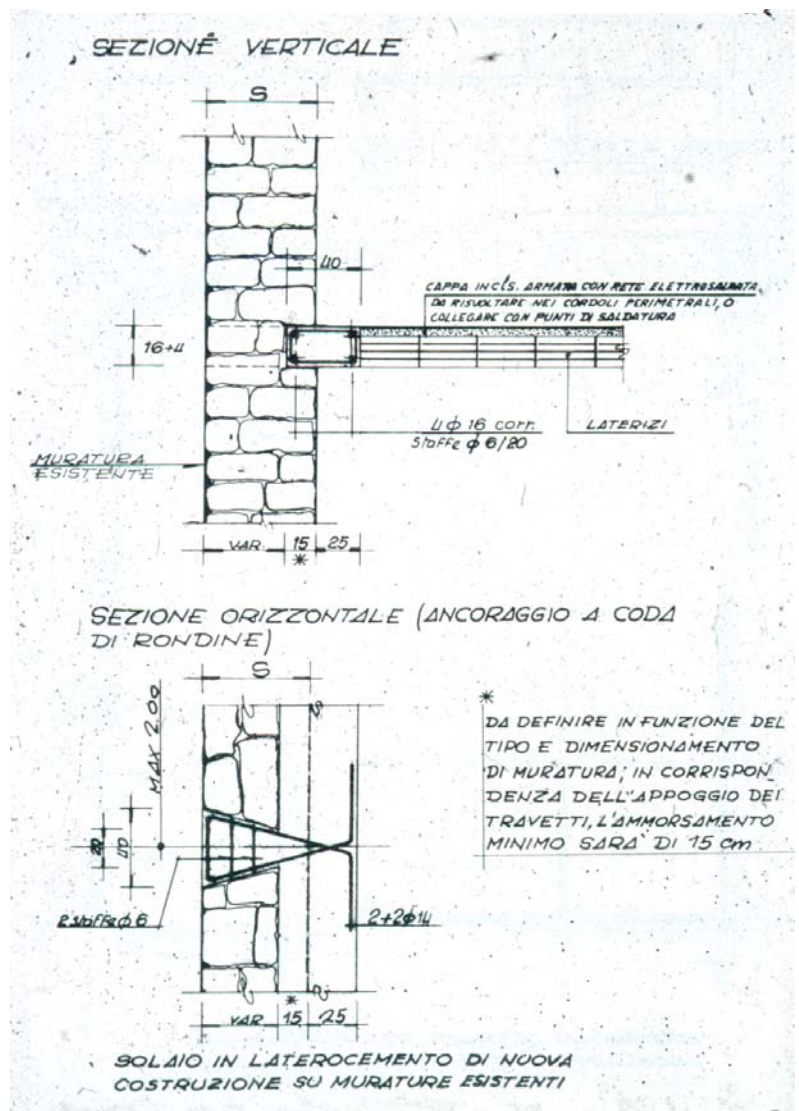


Catene aderenti e cordoli in c.a.

Solaio di copertura con travi in acciaio

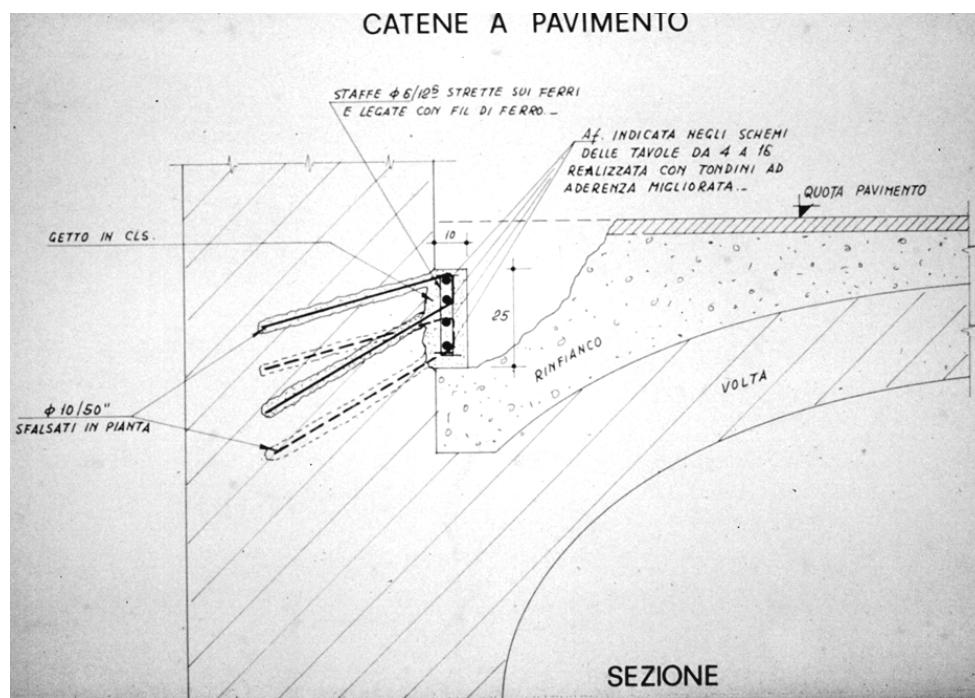


Per l'inserimento di un
nuovo solaio in c.a.



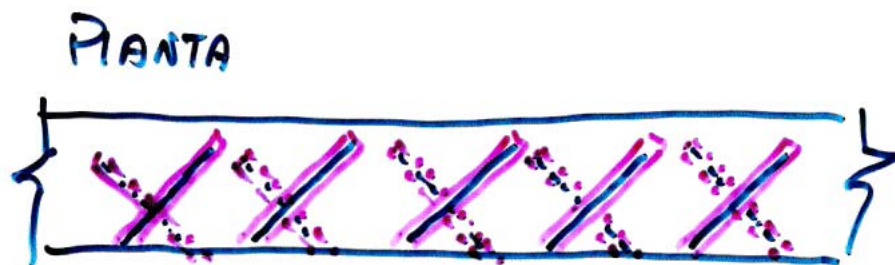
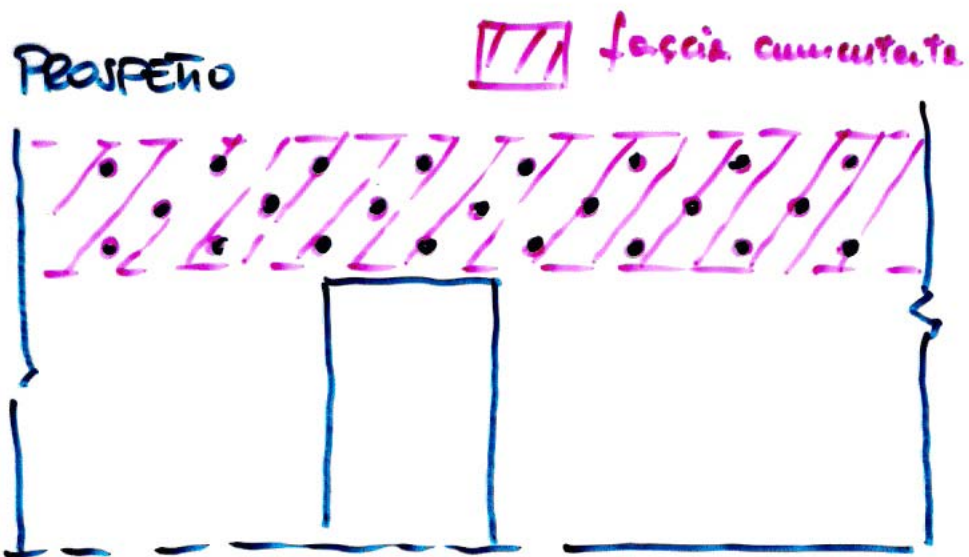
Catene aderenti e
cordoli in c.a.

A pavimento nel rinfiacco
della volta



Catene aderenti e cordoli

Cordolo con perforazioni armate

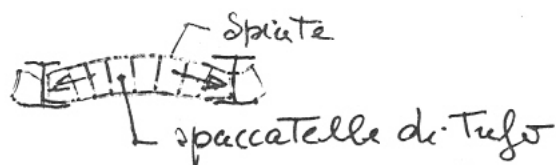
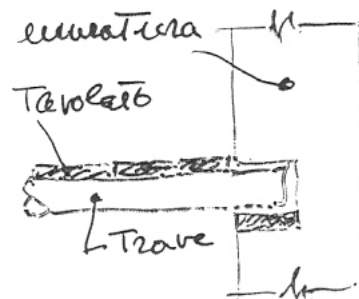


Insufficiente rigidezza
dello impalcato nel piano
(orizzontale)

Collegamento cattivo o
mancante tra i solai e le
pareti

Solai in legno

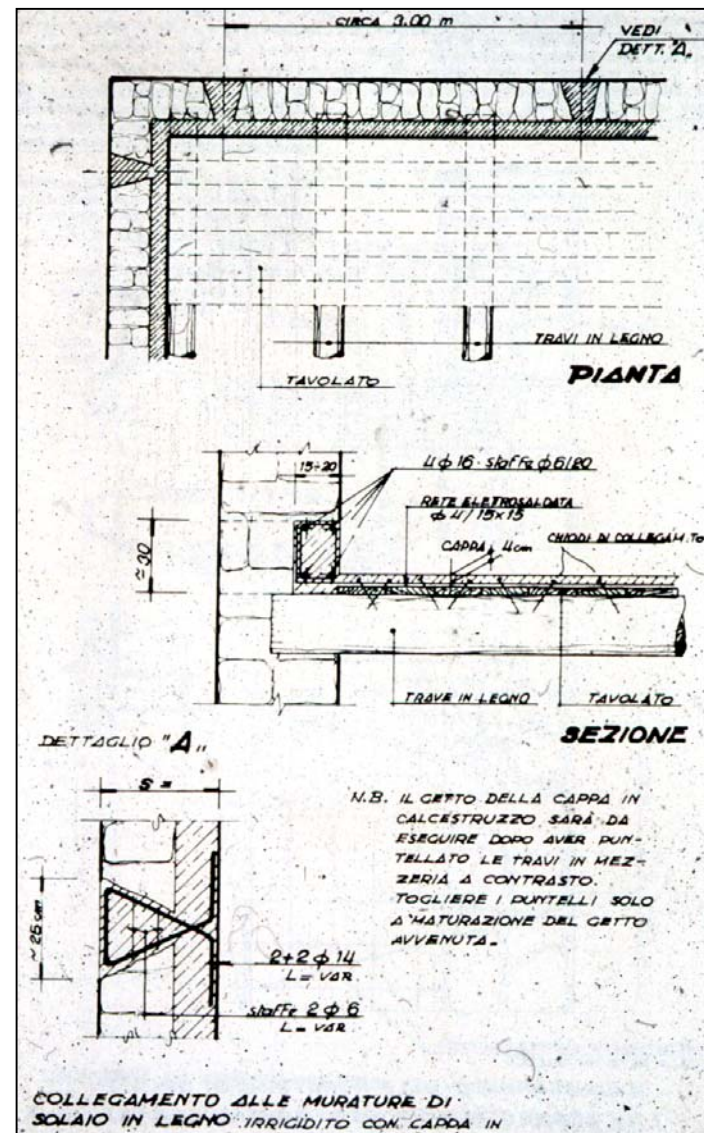
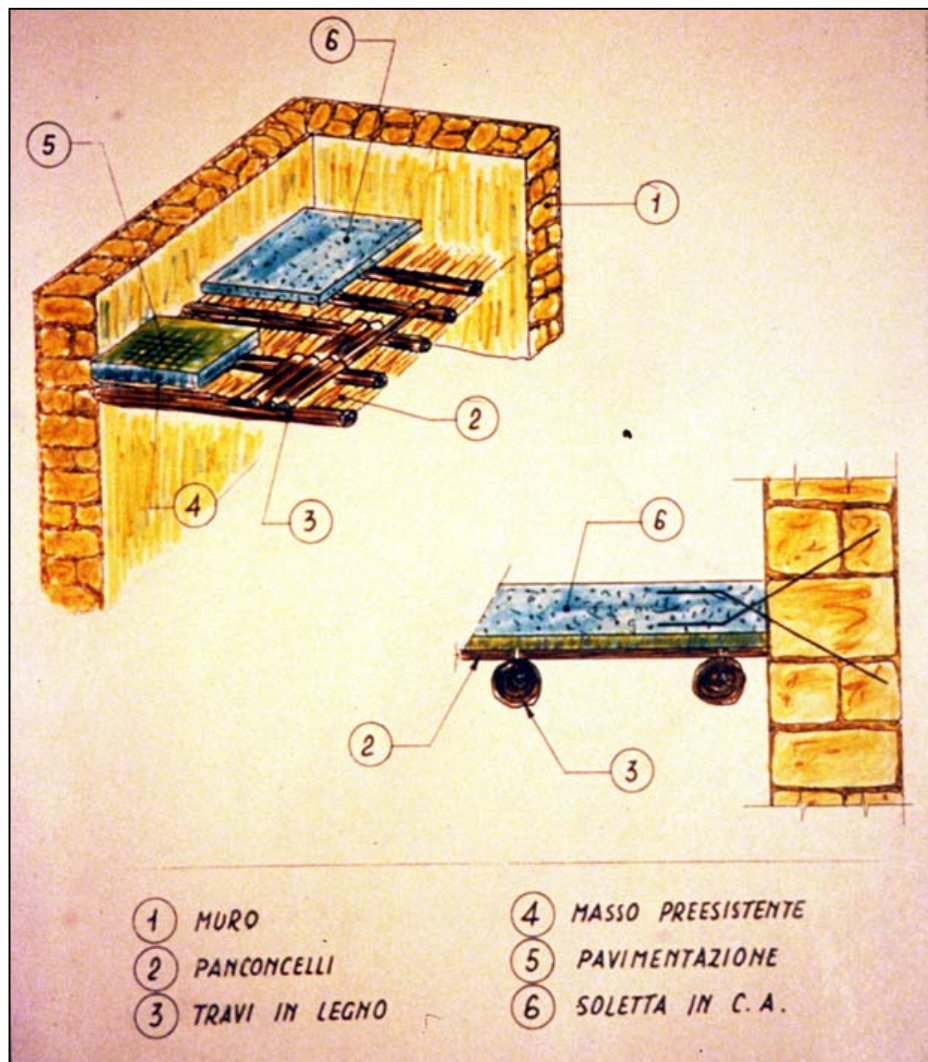
Solai in ferro



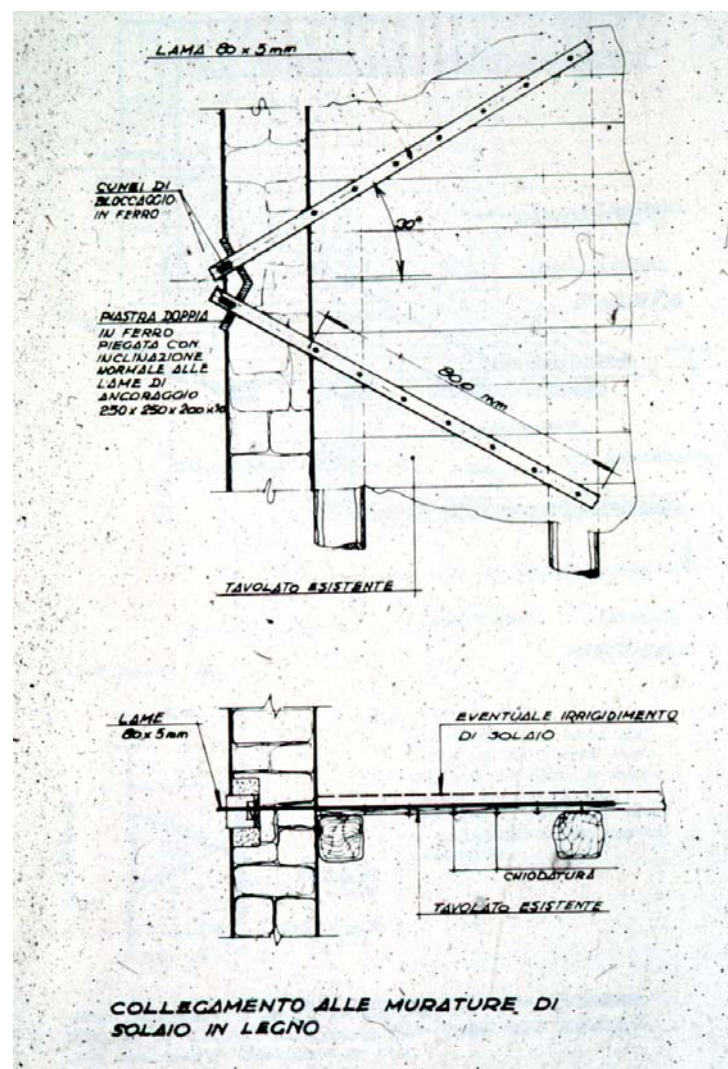
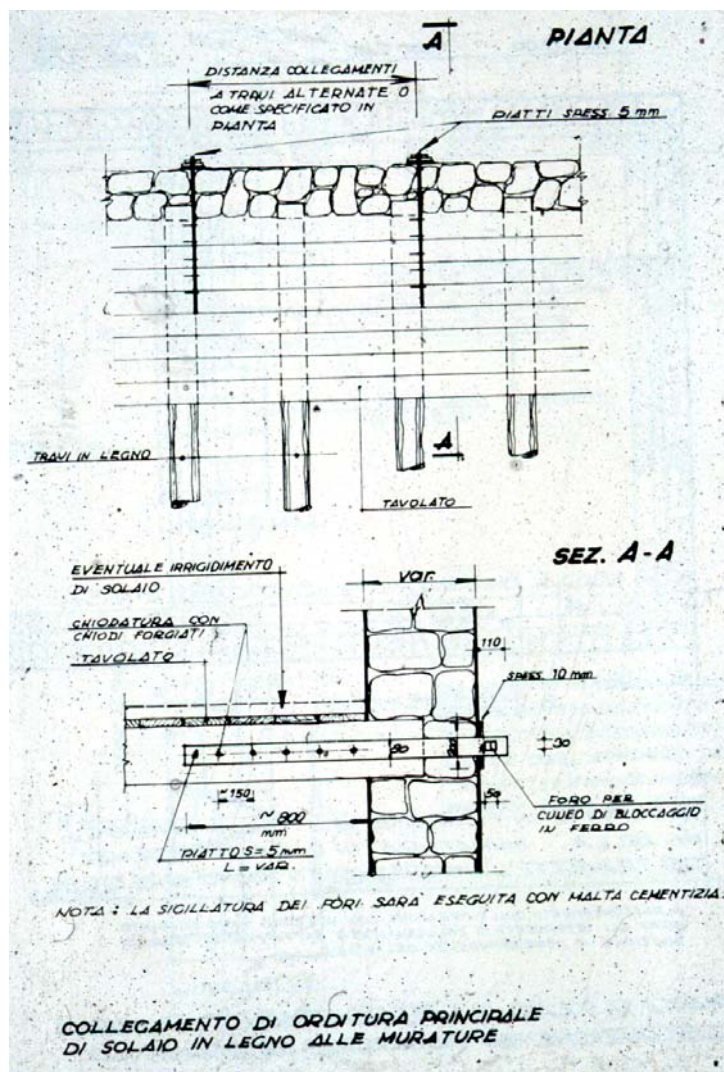
INTERVENTI

- 1) Costruzione di soletta in c.a. con asperzioni a coda di rondine nelle murature.
- 2) Posizionamento di un tavolato incrociato collegato alle murature attraverso piatte metalliche ancorate in un cordolo esterno.

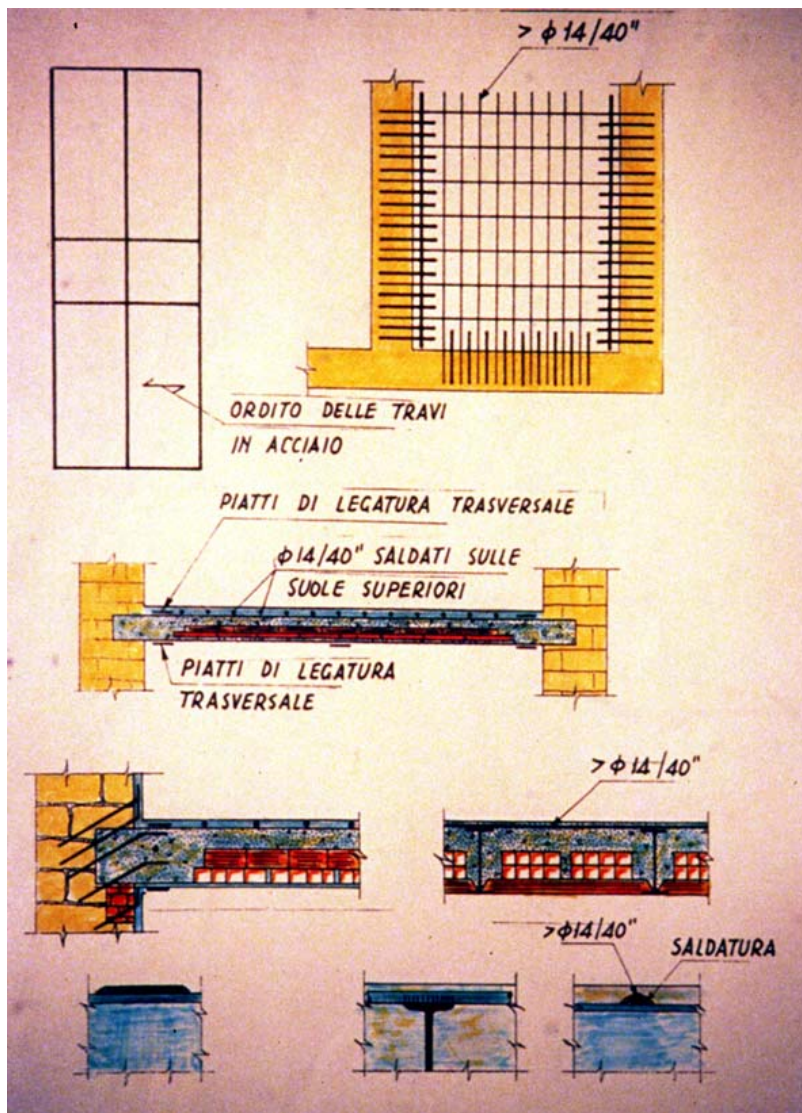
Realizzazione di soletta superiore in c.a. in solai di legno



Interventi di irrigidimento e collegamento a secco per solai di legno

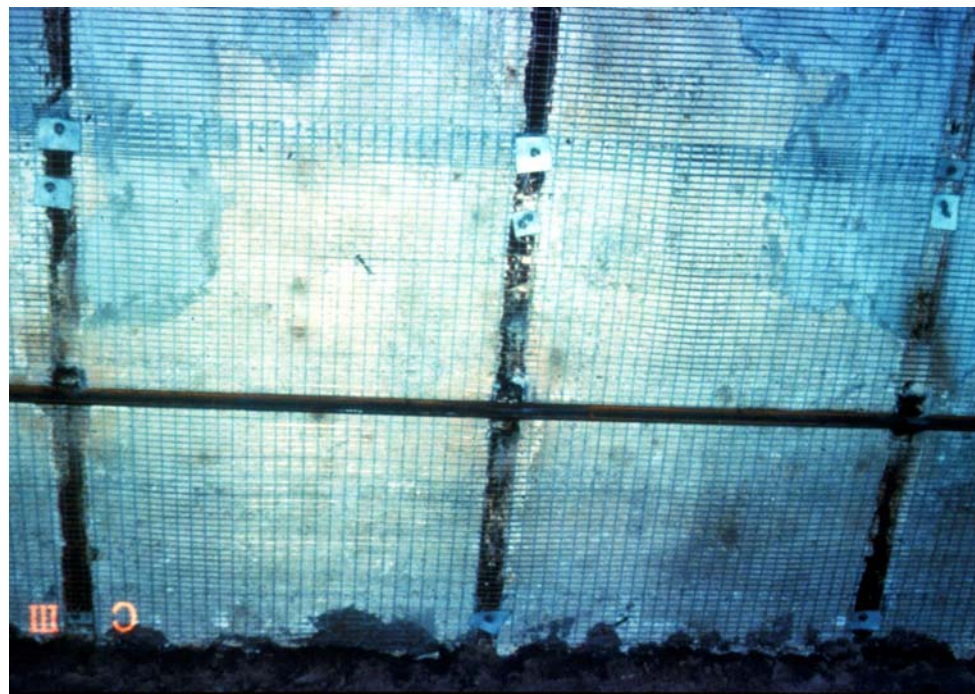


Soletta superiore



Realizzazione di solette o controsolette in c.a. per solai di acciaio

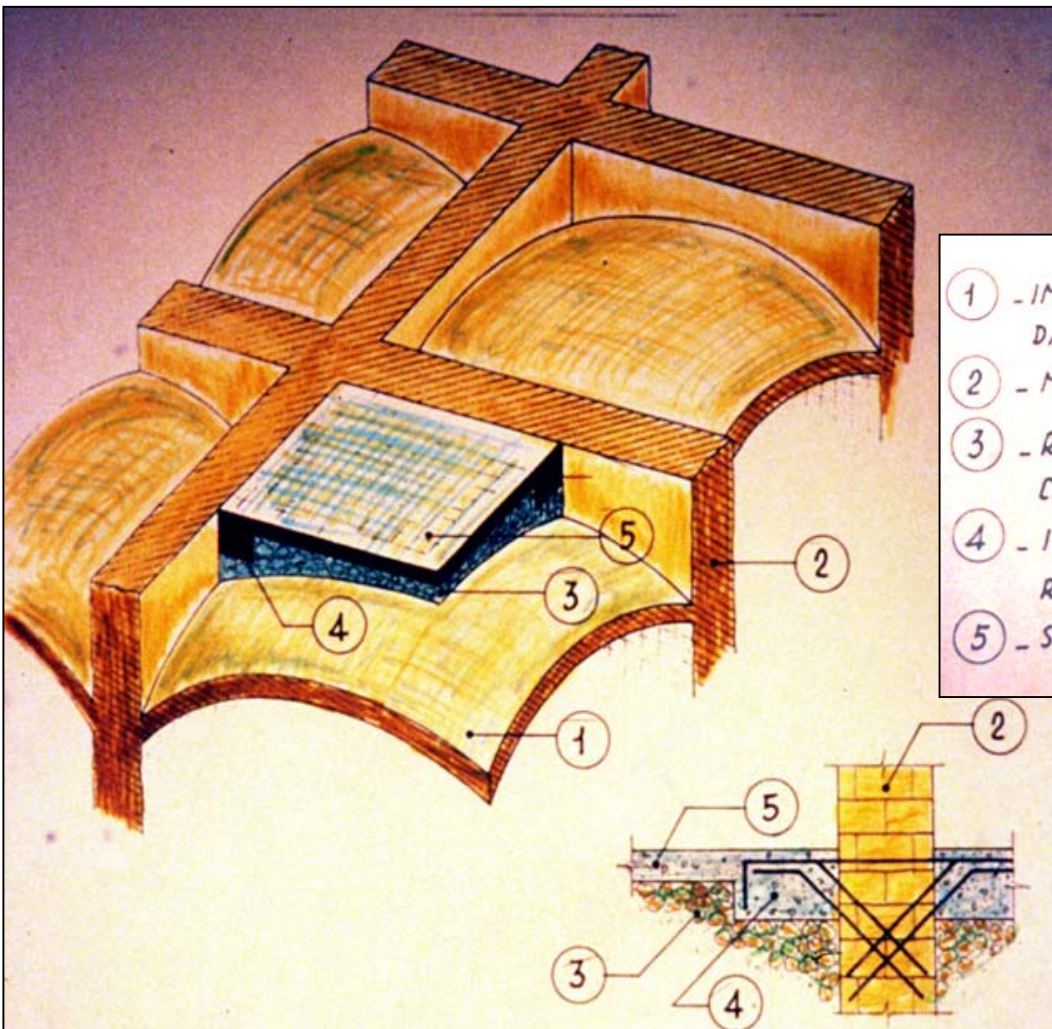
Soletta inferiore e piatti trasversali



Realizzazione di nuovo solaio in c.a. con cordoli al di sopra della volta

La volta viene alleggerita e sostiene solo il peso proprio

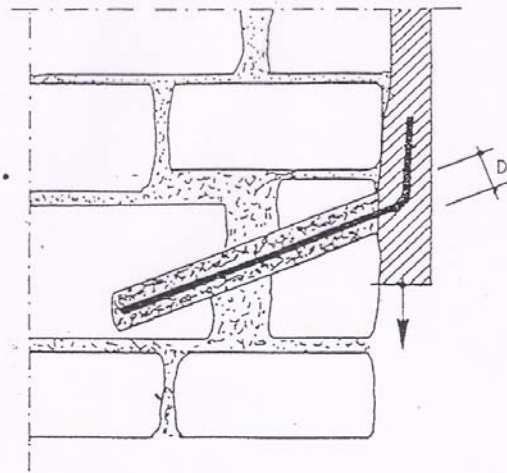
Le spinte si riducono e sono assorbite dal nuovo solaio che fa da tirante



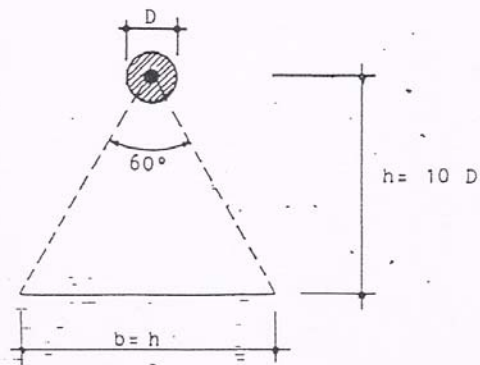
- ① - IMPALCATO DI UN EDIFICIO DELLA PRIMA CLASSE COSTITUITO DA VOLTE IN MURATURA
- ② - MURI DELL'EDIFICIO
- ③ - RIEMPIMENTO PER COSTITUIRE SULLE VOLTE UN PIANO DI CALPESTIO ORIZZONTALE
- ④ - ISPESSIMENTO PERIMETRALE DELLA SOLETTA IN C.A. PER RENDERE RIGIDO L'IMPALCATO
- ⑤ - SOLETTA IN C.A. ESTESA A TUTTO L'IMPALCATO

I cordoli collegano il solaio alla scatola muraria

La verifica delle chiodature soggette a taglio

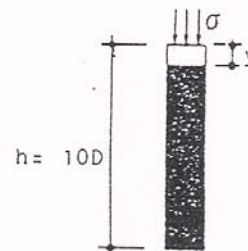
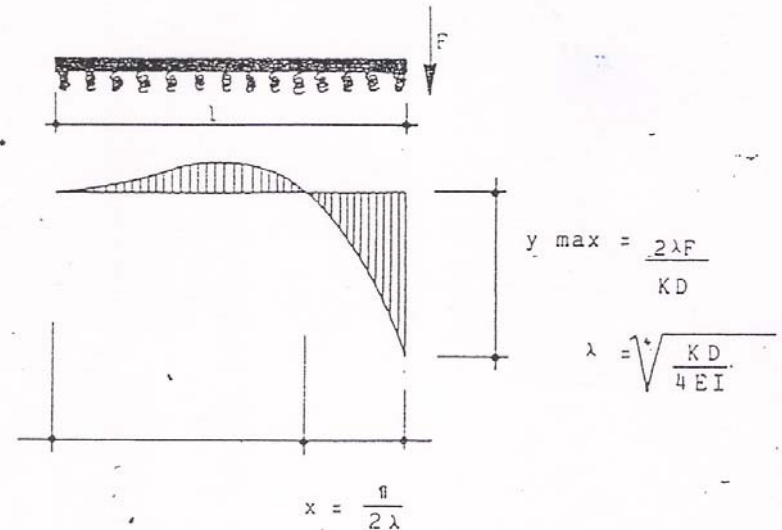


Chiodatura



Si suppone che la sollecitazione si diffonda a 60° e sia trascurabile quando diventa $1/10$ del valore di contatto cioè per $h = 10 D$.

Ipotesi di trave elastica su suolo elastico



$$y = \frac{\sigma}{c} = \frac{\sigma h}{E_m}$$

$$C_{min} = \frac{E_m}{10 D}$$

$$C_{max} = \frac{E_m}{5 D}$$

INTERVENTI SULLE SCALE

1. INSERIMENTO DI APPOSITE ARMATURE

2. REALIZZAZIONE DI UNO

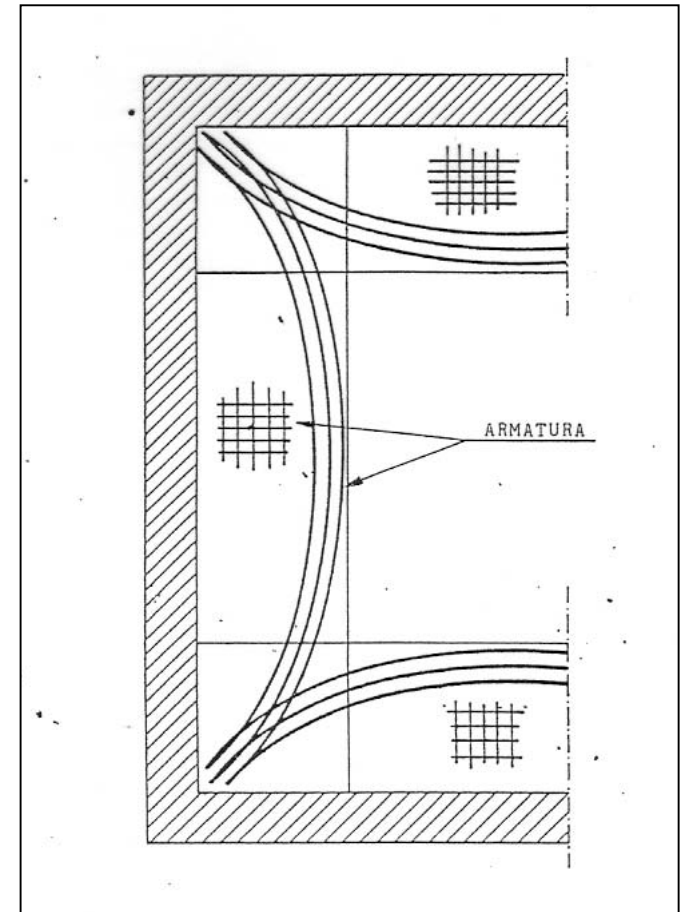
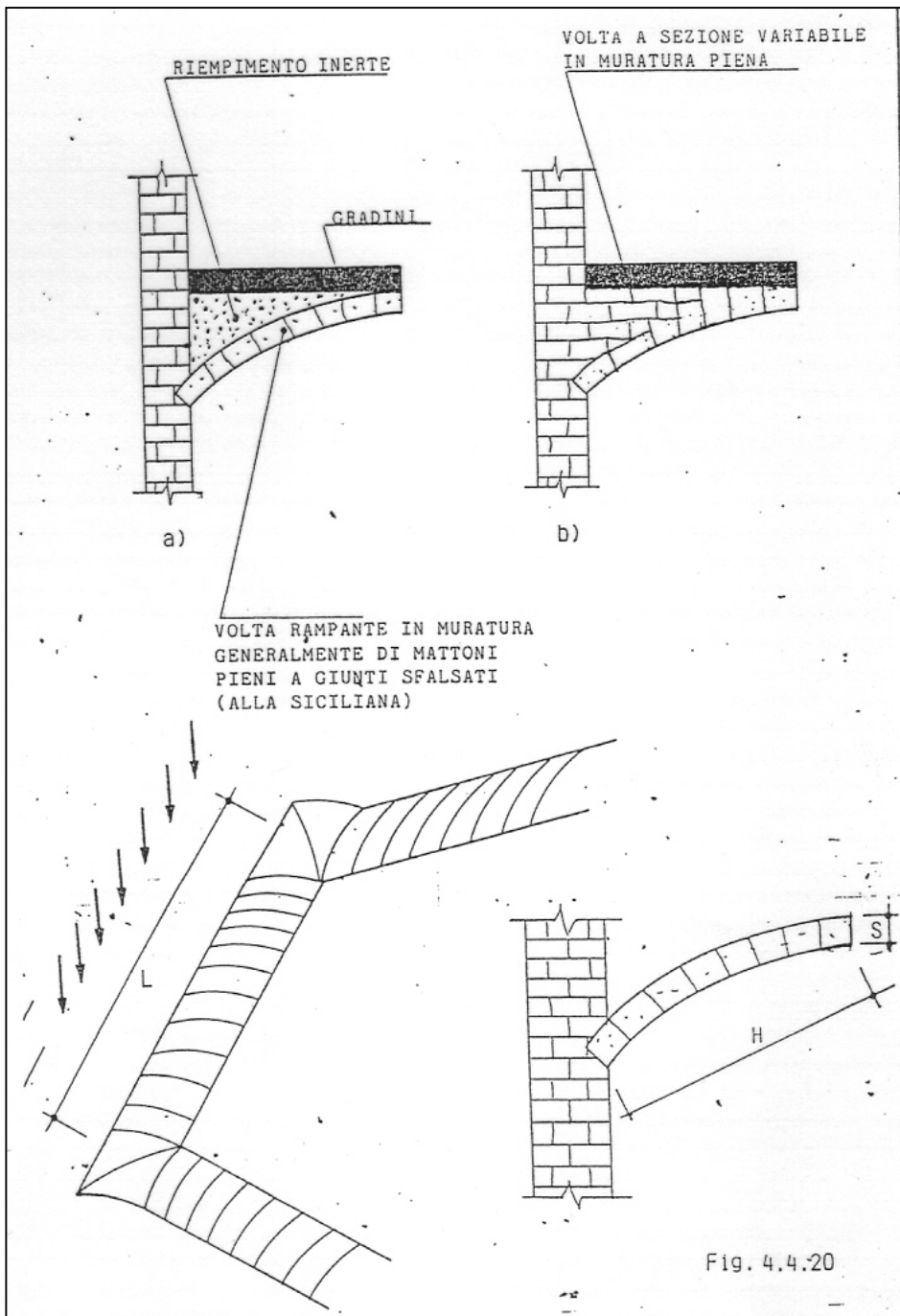
SCHEMA A MENSOLA

3. INSERIMENTO DI ELEMENTI

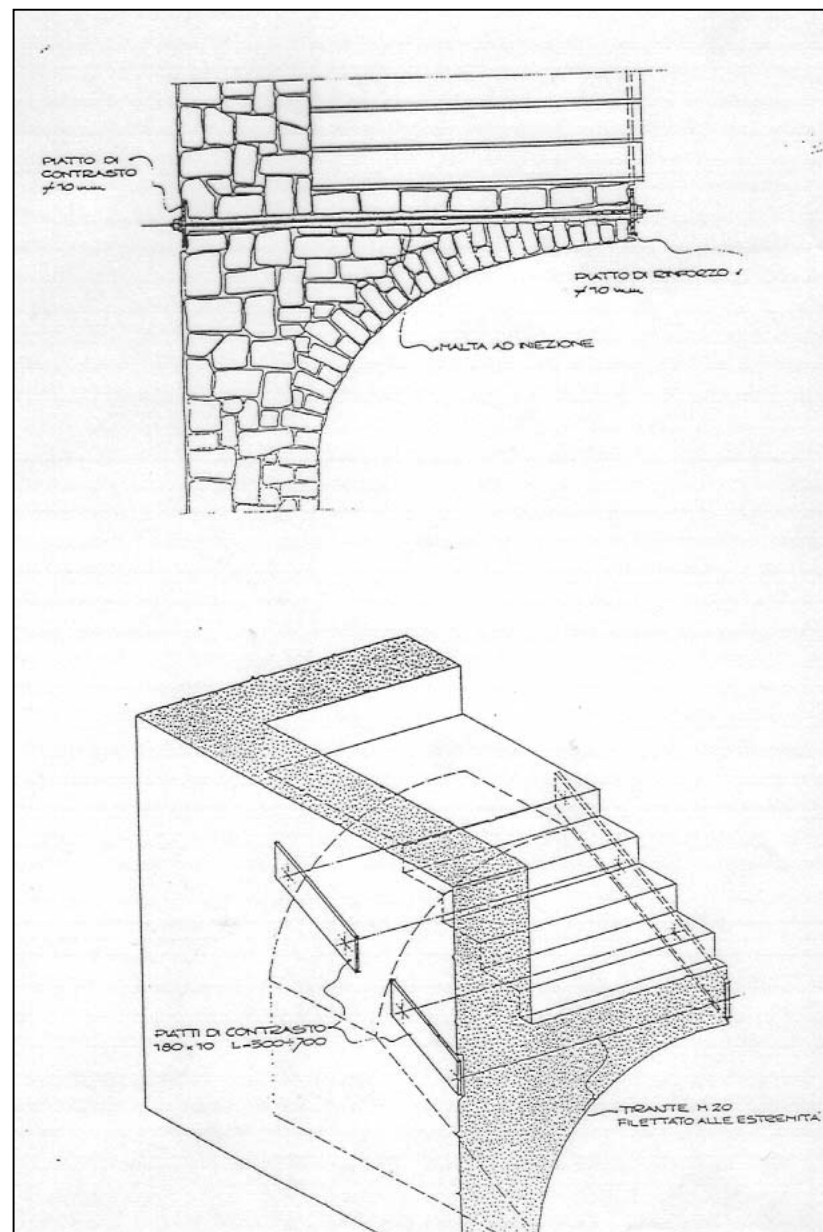
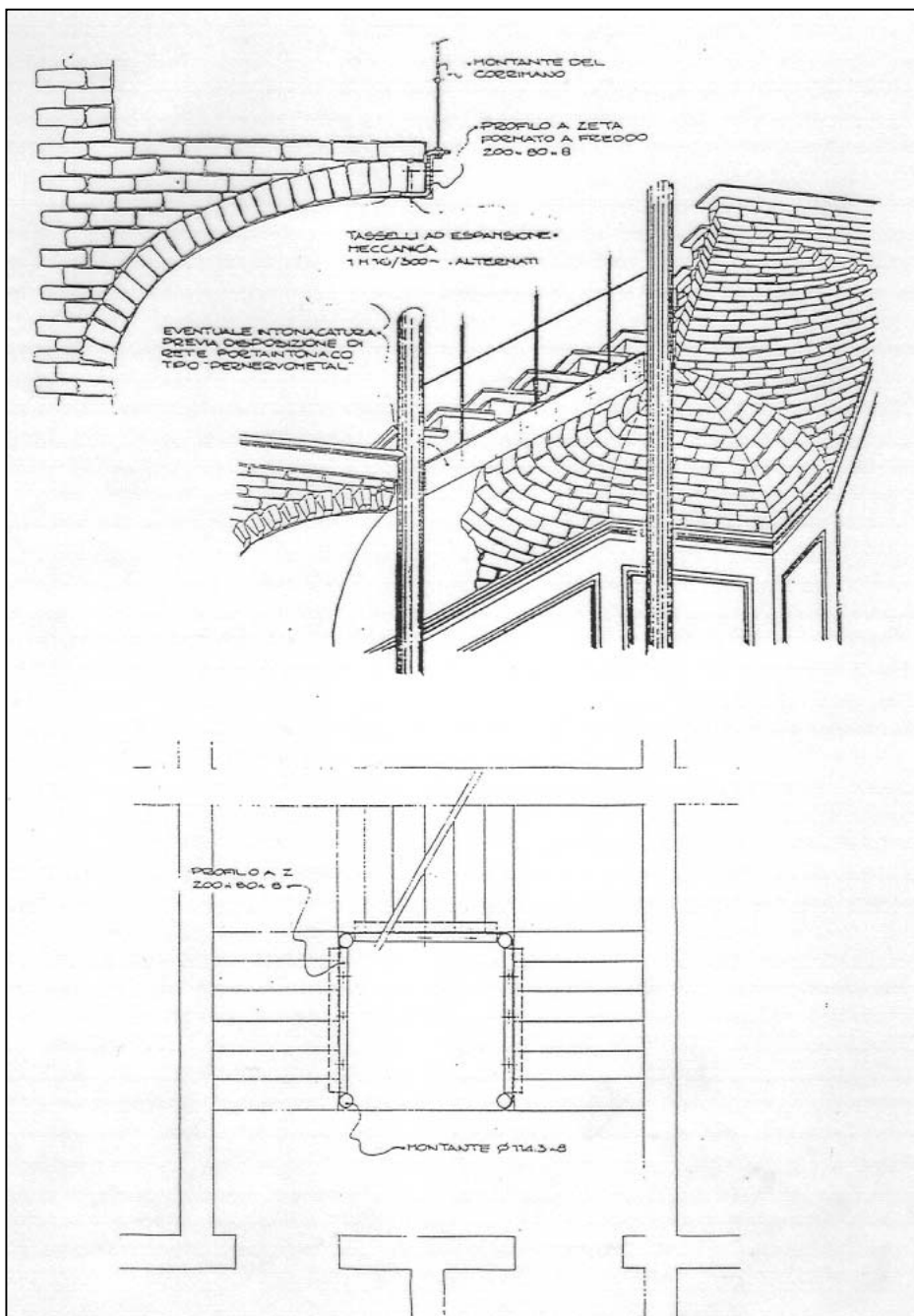
VERTICALI DI SOSTEGNO

Consolidamento della scatola muraria

Inserimento di armature nelle zone tese all'intradosso delle rampe



Modifica dello schema statico



INTERVENTI IN FONDAZIONE

1. SOTTOFONDAZIONI

2. RINFIANCHI

3. FONDAZIONI SU PALI

4. PLATEE

Interventi in fondazione

A) EDIFICI IN MURATURA

PRATICA CORRENTE

Situazioni tipo:

- 1) dissesto della muratura della fondazione
- 2) dissesto del terreno di fondazione

Nel caso 1) vengono applicati i provvedimenti usualmente previsti per il consolidamento delle strutture murarie;

Nel caso 2) (più comune) si possono applicare le seguenti procedure:

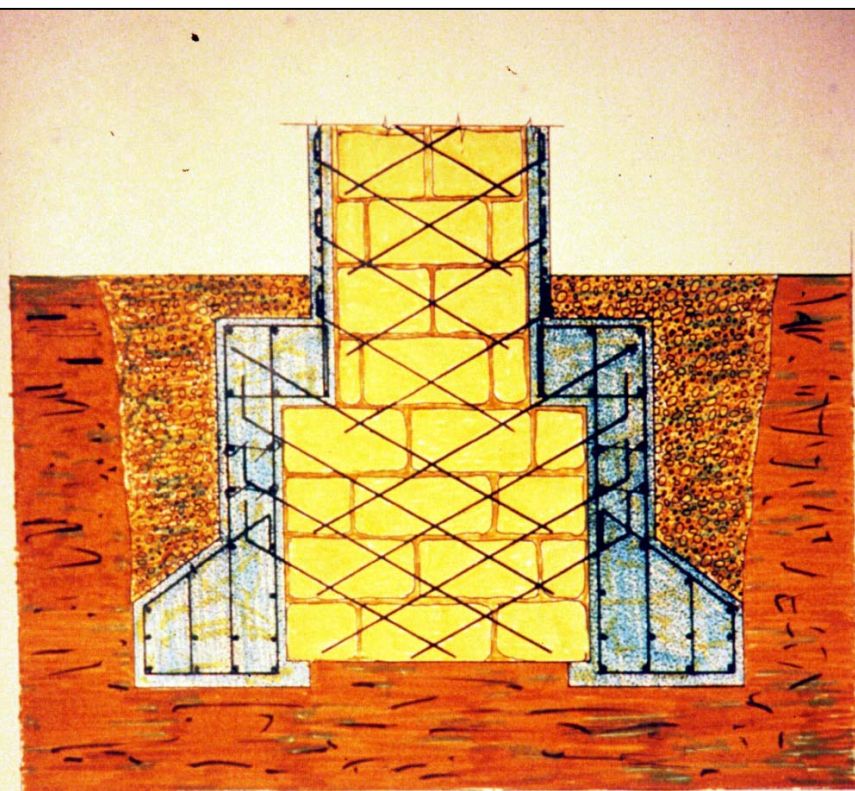
- sottofondazioni;
- allargamento della base;
- pali di fondazione;
- graticci di travi o platee in c.a.;
- consolidamento del terreno di fondazione;

NOTE:

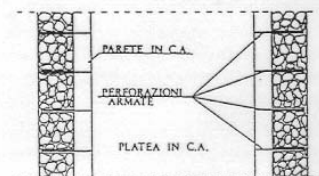
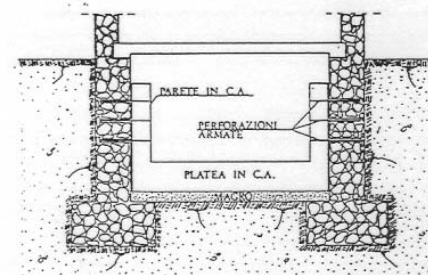
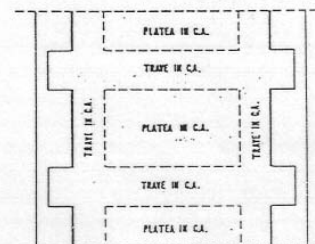
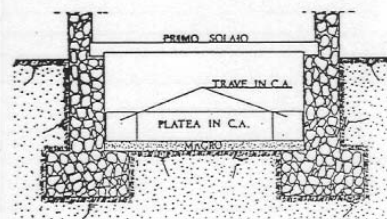
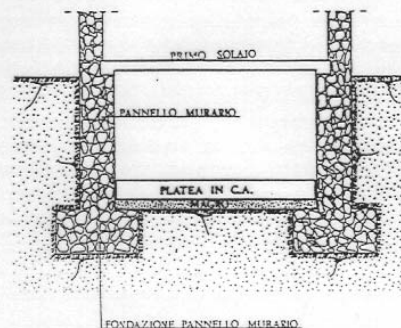
- si raccomanda un'adeguata messa in forza della nuova sottofondazione, a mezzo di cunei o di malte espansive;
- nell'esecuzione delle sottofondazioni si raccomanda di effettuare gli scavi alternativamente su porzioni di muratura piuttosto distanti fra di loro, allo scopo di limitare i problemi di assestamento della sovrastruttura;
- un allargamento della base fondale è spesso inefficace a causa degli spostamenti richiesti per la sua messa in carico; per tale ragione esso è consigliabile quando è previsto un incremento dei carichi applicati, nel qual caso è ragionevole attendersi assestamenti della sovrastruttura;
- quando si adottano pali di fondazione, è preferibile l'impiego di pali trivellati, allo scopo di evitare gli eccessivi scuotimenti sulla struttura dovuti all'infissione di pali battuti;
- si raccomanda nella costruzione delle sottofondazioni di non introdurre eccentricità rispetto all'area di impronta sul terreno;
- quando si costruiscono nuove fondazioni in c.a. si raccomanda di prestare attenzione al collegamento con le strutture esistenti;
- si raccomanda solitamente l'impiego di calcestruzzi espansivi o di resine epossidiche;
- si raccomanda di prestare attenzione alle opere di scavo in adiacenza alle fondazioni esistenti allo scopo di evitare assestamenti del terreno;

Allargamento della base d'appoggio: Fasciature - Travi - Platee

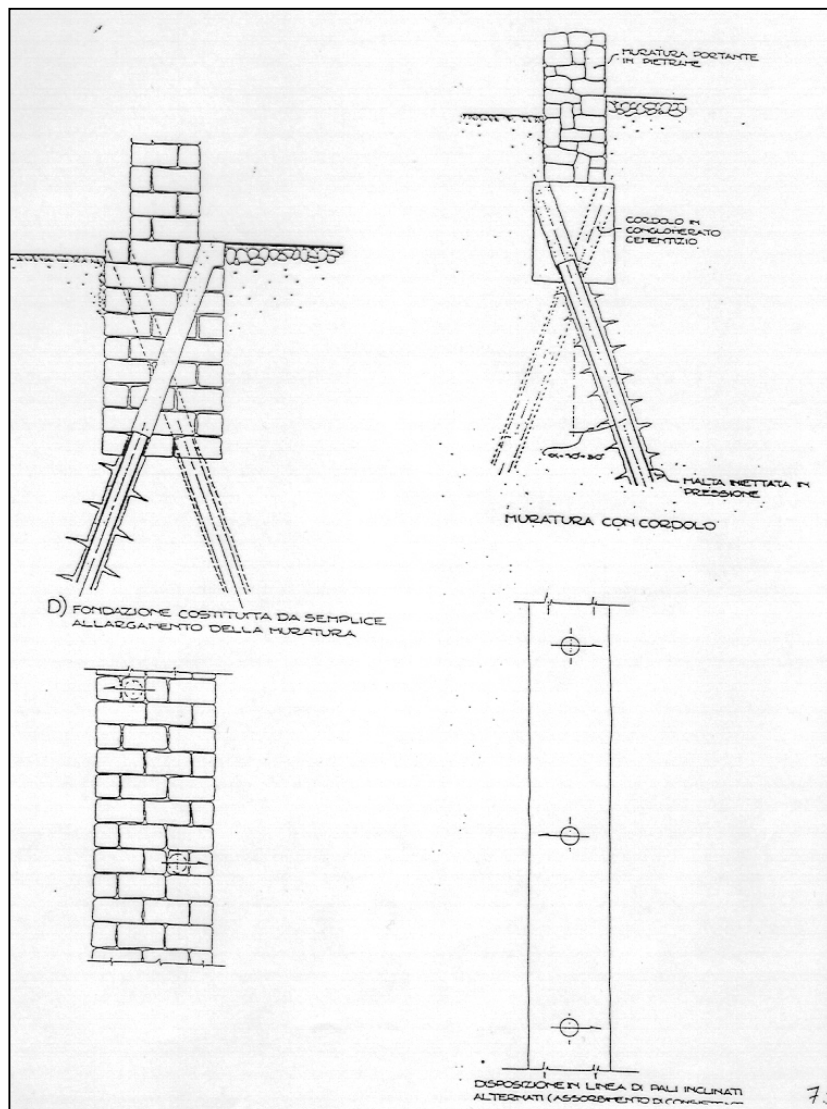
Interventi in fondazione



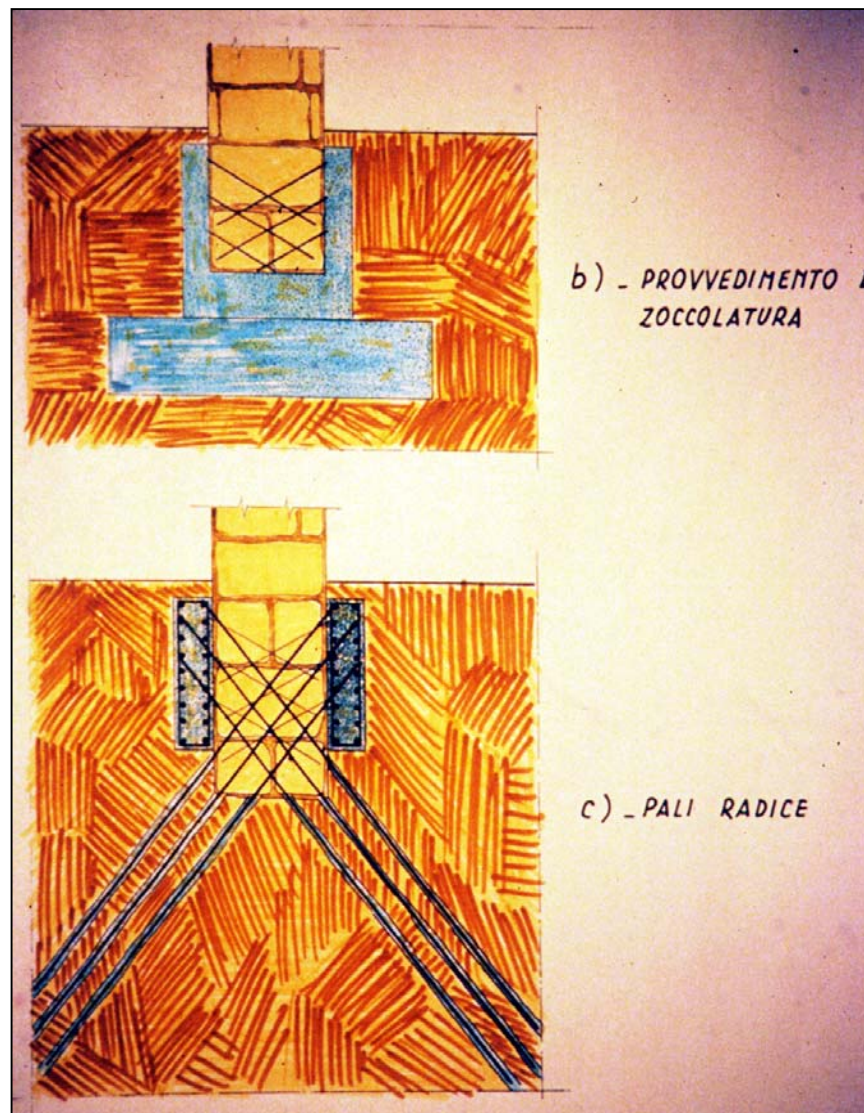
a) - PROVVEDIMENTO DI FASCIATURA



Interventi in fondazione



Sottofondazioni: Zoccolature - Inserimento di pali

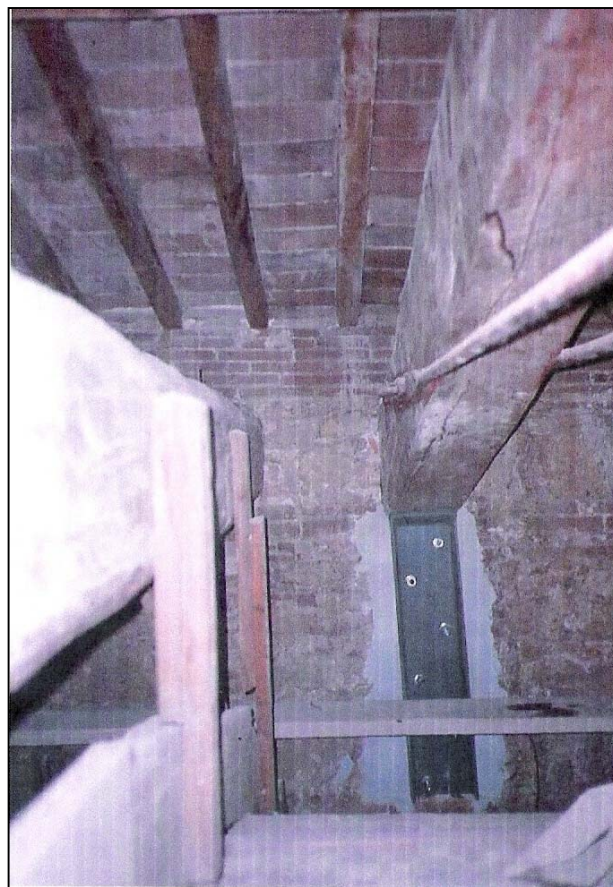


I DISSESTI TIPICI DELLE CAPRIATE LIGNEE

- 1) Degrado delle testate (appoggio sulla muratura) per marcescenza o attacchi di insetti
- 2) Danni alla muratura di appoggio
- 3) Dissesti dei puntoni
- 4) Dissesti della catena
- 5) Rottura della connessione puntone-catena

Rinforzo della muratura d'appoggio

Utilizzo di piatti di acciaio
chiodati alla muratura



Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.

Risanamento di catena lignea

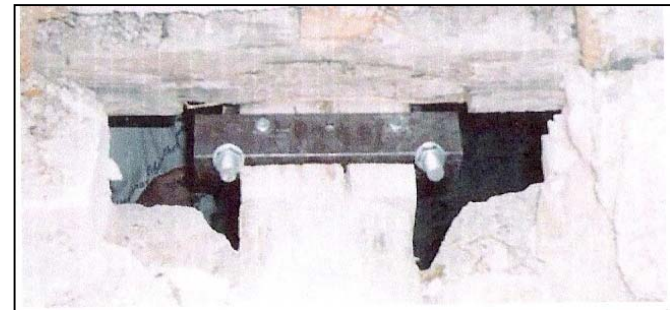


La parte terminale ammalorata della catena è stata sostituita con protesi dello stesso legno collegata con sistema tradizionale a doppio dardo di giove.

Rinforzo del nodo puntone-catena con tiranti di acciaio di connessione



L'ancoraggio agli elementi lignei è realizzato con angolari incassati



Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.

Risanamento del nodo puntone-catena



Protesi lignea per la testata
della catena incollata e
collegata con barre di acciaio



Protesi lignea dell'intero nodo
con replica della connessione di
carpenteria originale

Inserimento di nuovi tiranti in acciaio



I tondi metallici, messi in leggera tensione, assolvono il compito della catena lignea

I dispositivi di deviazione consentono l'ancoraggio dei tondi in testata



Il sistema di ancoraggio con angolare metallico "raccolge" lo sforzo trasmesso dal puntone

Interventi e fotografie dell'ing. Lauriola et al.