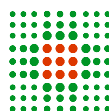


SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Ferrara



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Ospedaliero-Universitaria di Ferrara



SERVIZIO COMUNE TECNICO PATRIMONIALE  
AZIENDA USL FERRARA  
Via Cassoli 30  
44100 Ferrara - tel. 0532 235800

FIRMA / VERIFICA / VALIDAZIONE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Giovanni Peressotti

COMMITTENZA: AZIENDA UNITÀ SANITARIA LOCALE DI FERRARA

DIRETTORE GENERALE  
**Dr.ssa Monica Calamai**

DIRETTORE SANITARIO  
**Dr. Emanuele Ciotti**

DIRETTORE AMMINISTRATIVO  
**Dr.ssa Anna Gualandi**

INTERVENTO

**OSPEDALE "F.LLI BORSELLI" - BONDENO (FE)  
REALIZZAZIONE CASA DELLA SALUTE A BONDENO - SECONDA FASE**

INTERVENTO N°762 DELL'ALLEGATO C1 ALL'ORDINANZA RER N°10 DEL 25/03/2015

PROGETTAZIONE

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
PROGETTAZIONE EDILE-ARCHITETTONICA  
ARCH. MARCO RIZZOLI  
VIA ZACCHERINI ALVISI 3  
40138 BOLOGNA  
Tel. 051.0562611 - Fax 051.0544773  
Email: info@studio-rizzoli.it

PROGETTAZIONE STRUTTURE  
ING. ALDO BARBIERI - STUDIO ENARCO SRL  
ING. FILIPPO LORETI - COLLABORATORE  
VIA DEL RONDONO, 1  
40122 BOLOGNA  
Tel. 051.552892  
Email: enarco@enarco.it

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI  
ING. PAOLO TRAPELLA - STEP ENGINEERING srl  
VIA PONTEGRADELLA, 87  
44123 FERRARA  
Tel. 0532 740050  
Email: segreteria@studio-step.it

SICUREZZA  
ARCH. ANTONELLA ZENI  
CORSO ISONZO, 84  
44121 FERRARA  
Cell. 347.4508301  
Email: antozen@libero.it

LIVELLO PROGETTUALE

**PROGETTO ESECUTIVO**

OGGETTO ELABORATO

**PROGETTO STRUTTURALE  
RELAZIONI DELLE INDAGINI LIFE**

CODICE IMMOBILE

CP1P02

N. TAV.

PERS03

SCALA

DATA

30 GIUGNO 2021

FILE NAME

COPERTINA RS03.dwg

3				
2				
1				
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	REVISIONE





Committente

AUSL DI FERRARA

Oggetto

INDAGINI SPECIALISTICHE SUI SOLAI DELLA CASA DELLA SALUTE DELL'OSPEDALE "F.LLI BORSELLI" DI BONDENO (FE)



Titolo

RAPPORTO CONCLUSIVO DI INDAGINE

Emesso:

ing. Rachele Ferioli

*Rachele Ferioli*

Approvato:

LABORATORI INGEGNERIA  
FERRARA S.R.L.  
Partita IVA 04604060389

Ing. Sergio Tralli

*Sergio Tralli*

1747	Doc09- Rapporto conclusivo	00	Prima emissione	23/01/2019	comm1747-doc9-rev00-bondeno
Commessa	Codice - Documento	Revisione	Motivazione	Data	Nome file



**INDICE**

1. PREMESSA.....	4
2. PIANIFICAZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE .....	5
2.1 Identificazione dei punti di indagine .....	5
3. RILIEVO DELLE SEZIONI RESISTENTI DI SOLAI .....	6
4. INDAGINI SUL CORDOLO DI COPERTURA .....	8
5. ELENCO ALLEGATI.....	9

**INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1: inquadramento cartografico del complesso edilizio in oggetto .....	4
Figura 2: vista aerea dell'edificio oggetto di indagine.....	4
Figura 3: simbologia utilizzata per la codifica dei punti di indagine .....	5
Figura 4: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 02 .....	6
Figura 5: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 03 .....	6
Figura 6: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 04 .....	6
Figura 7: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 05 .....	6
Figura 8: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 06 .....	6
Figura 9: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 07 .....	6
Figura 10: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 08 .....	7
Figura 11: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 09.....	7
Figura 12: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 10 .....	7
Figura 13: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 11.....	7
Figura 14: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 12 .....	7
Figura 15: esecuzione di saggio dal lato interno - indagine ID 01 .....	8
Figura 16: esecuzione di saggio dal lato esterno - indagine ID 01 .....	8

## 1. Premessa

Su incarico della Committenza, **AUSL di FERRARA**, la scrivente società ha eseguito una campagna di indagini specialistiche presso la **Casa della Salute dell'Ospedale "F.lli Borselli"** di Bondeno (FE)

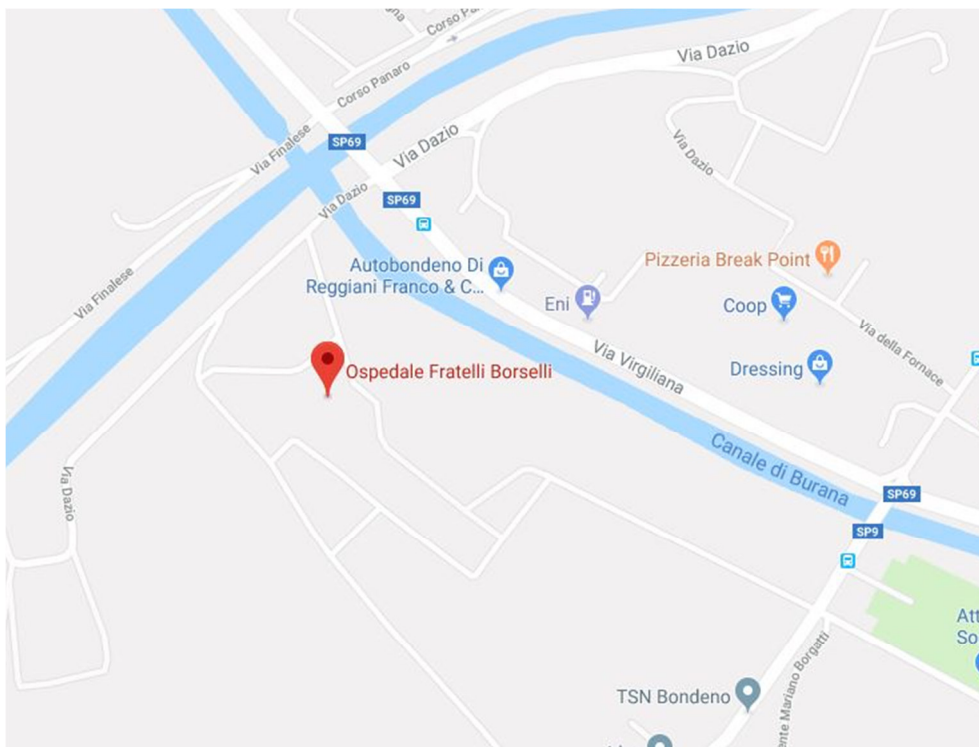


Figura 1: inquadramento cartografico del complesso edilizio in oggetto



Figura 2: vista aerea dell'edificio oggetto di indagine

## 2. Pianificazione campagna di indagine

La campagna di indagine, pianificata in accordo con la Committenza e con i progettisti incaricati delle verifiche, si è svolta nella giornata del 10 gennaio 2019.

Obiettivo della campagna di indagine è l'approfondimento del livello di conoscenza al fine di fornire ai progettisti gli elementi necessari all'esecuzione delle verifiche strutturali, nello specifico le indagini si sono concentrate sui solai d'interpiano e di copertura.

Si è proceduto indagando sia la tipologia degli orizzontamenti sia le geometrie e la disposizione dei ferri di armatura.

La presente relazione tecnica descrive prevalentemente le fasi di lavoro svolto e riassume i risultati ottenuti, ponendo attenzione ad alcune vulnerabilità riscontrate durante le fasi di rilievo. Per le modalità di esecuzione delle prove si rimanda alle relative normative di riferimento.

### 2.1 Identificazione dei punti di indagine

Ad ogni punto di indagine viene assegnato un contrassegno numerico in ordine progressivo crescente. Per collocare esattamente il punto di indagine sulla struttura, si deve far riferimento agli elaborati grafici contenuti in *Allegato 1* al presente documento.



Figura 3: simbologia utilizzata per la codifica dei punti di indagine

La tabella che segue riassume le attività eseguite in situ, associando ad ogni punto di indagine le informazioni seguenti:

- Elemento indagato
- Zona in cui si esegue l'attività di indagine
- Tipologie di indagini eseguite

CODICE	ELEMENTO	ORIZZONTAMENTO	ATTIVITA' ESEGUITE
1	Cordolo	IV - Copertura	Rilievo della geometria
2	Solaio	IV - Copertura	Rilievo della sezione resistente
3	Solaio	III	Rilievo della sezione resistente
4	Solaio	III	Rilievo della sezione resistente
5	Solaio	III	Rilievo della sezione resistente
6	Solaio	I	Rilievo della sezione resistente
7	Solaio	I	Rilievo della sezione resistente
8	Solaio	III	Rilievo della sezione resistente
9	Solaio	II	Rilievo della sezione resistente
10	Solaio	II	Rilievo della sezione resistente
11	Solaio	II	Rilievo della sezione resistente
12	Solaio	II	Rilievo della sezione resistente



### 3. Rilievo delle sezioni resistenti di solai

La determinazione della posizione, del numero e una stima del diametro dei ferri d'armatura è stata eseguita mediante indagini non distruttive (pacometro) e, in alcuni casi, unitamente a piccoli saggi, mettendo a nudo porzioni di armatura dopo aver rimosso l'intonaco o altri elementi a protezione delle strutture.

Questa metodologia ha permesso di:

- determinare la tipologia di solaio e la geometria degli elementi che compongono lo stesso;
- effettuare localmente una misura diretta del diametro e della tipologia delle barre di armatura presenti;
- determinare la stratigrafia completa dell'orizzontamento (parte strutturale + pacchetto portati).



Figura 4: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 02



Figura 5: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 03



Figura 6: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 04



Figura 7: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 05



Figura 8: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 06



Figura 9: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 07



Figura 10: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 08



Figura 11: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 09



Figura 12: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 10



Figura 13: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 11



Figura 14: esecuzione di indagine su solaio - indagine ID 12

Gli elaborati grafici contenuti in *Allegato 2* riportano la restituzione delle informazioni rilevate. La restituzione in forma grafica è da intendersi rappresentativa di quanto effettivamente rilevato in sito, pertanto elementi geometrici non quotati hanno funzione puramente rappresentativa delle geometrie ipotizzate sulla base di schemi costruttivi tipologici.



## 4. Indagini sul cordolo di copertura

Si è proceduto ad indagare il cordolo del solaio di copertura con una serie di piccoli saggi condotti sia dal lato interno che dal lato esterno (mediante piattaforma elevatrice). Particolare attenzione è stata posta al rilievo della geometria e della natura compositiva della parte d'opera indagata (tipo di materiali, successione stratigrafica, ecc.).



Figura 15: esecuzione di saggio dal lato interno - indagine ID 01



Figura 16: esecuzione di saggio dal lato esterno - indagine ID 01

Gli elaborati grafici contenuti in *Allegato 2* riportano la restituzione delle informazioni rilevate. La restituzione in forma grafica è da intendersi rappresentativa di quanto effettivamente rilevato in sito, pertanto elementi geometrici non quotati hanno funzione puramente rappresentativa delle geometrie ipotizzate sulla base di schemi costruttivi tipologici.

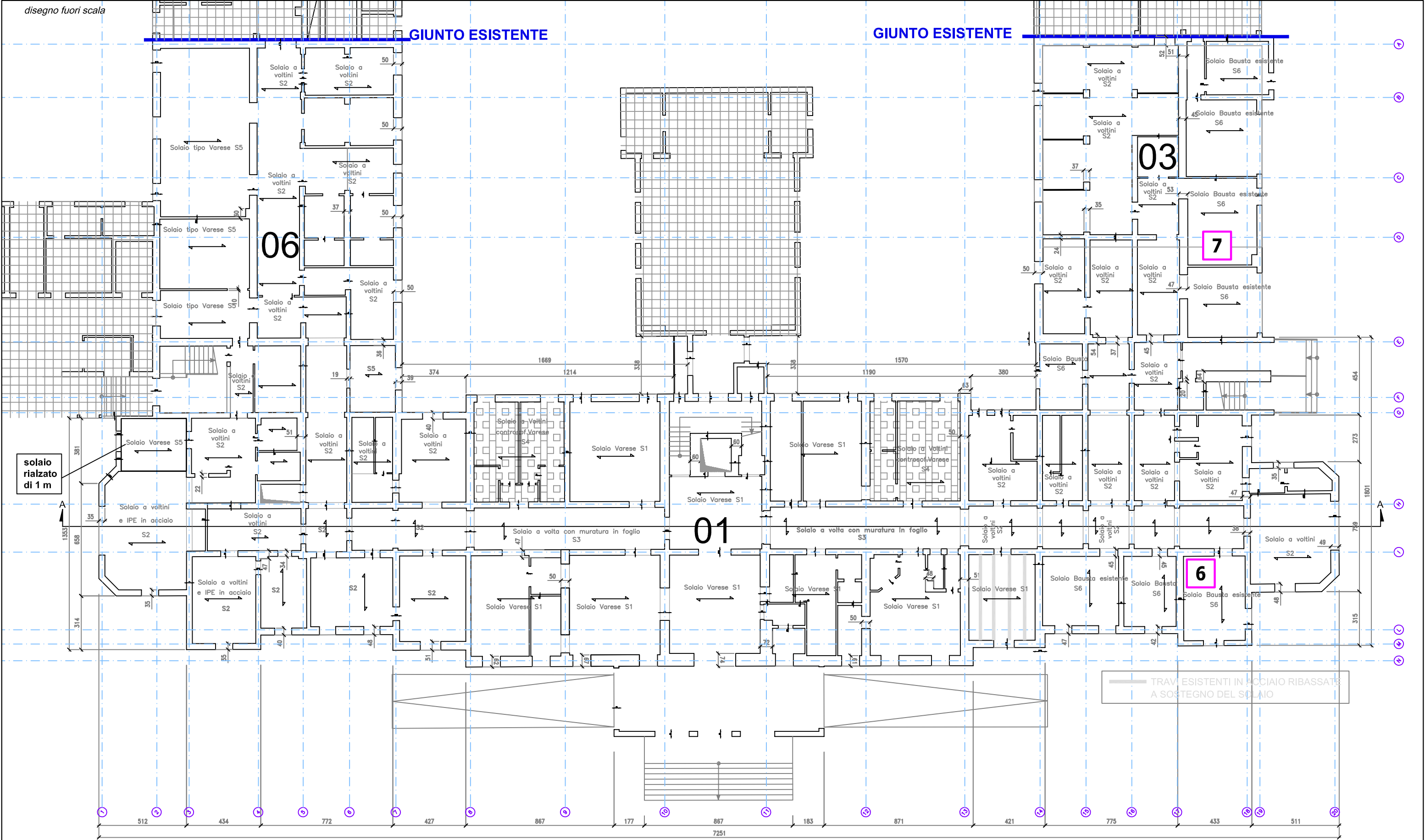


## 5. Elenco allegati

Allegato 1	Localizzazione e codifica indagini: <i>elaborati grafici</i>
Allegato 2	Rilievo delle sezioni resistenti: <i>elaborati grafici</i>
Allegato 3	Schede tecniche strumentazione

# ALLEGATO 1

Localizzazione e codifica dei punti d'indagine  
*Elaborati grafici*



PIANTA PIANTA PRIMO ORIZZONTAMENTO

Scala 1:100

00 indagini su solaio



comm:1747

doc:8 rev:0

committente: AUSL FERRARA

cantiere: CASA DELLA SALUTE DI BONDENO

oggetto: INDAGINI SPECIALISTICHE SUI SOLAI

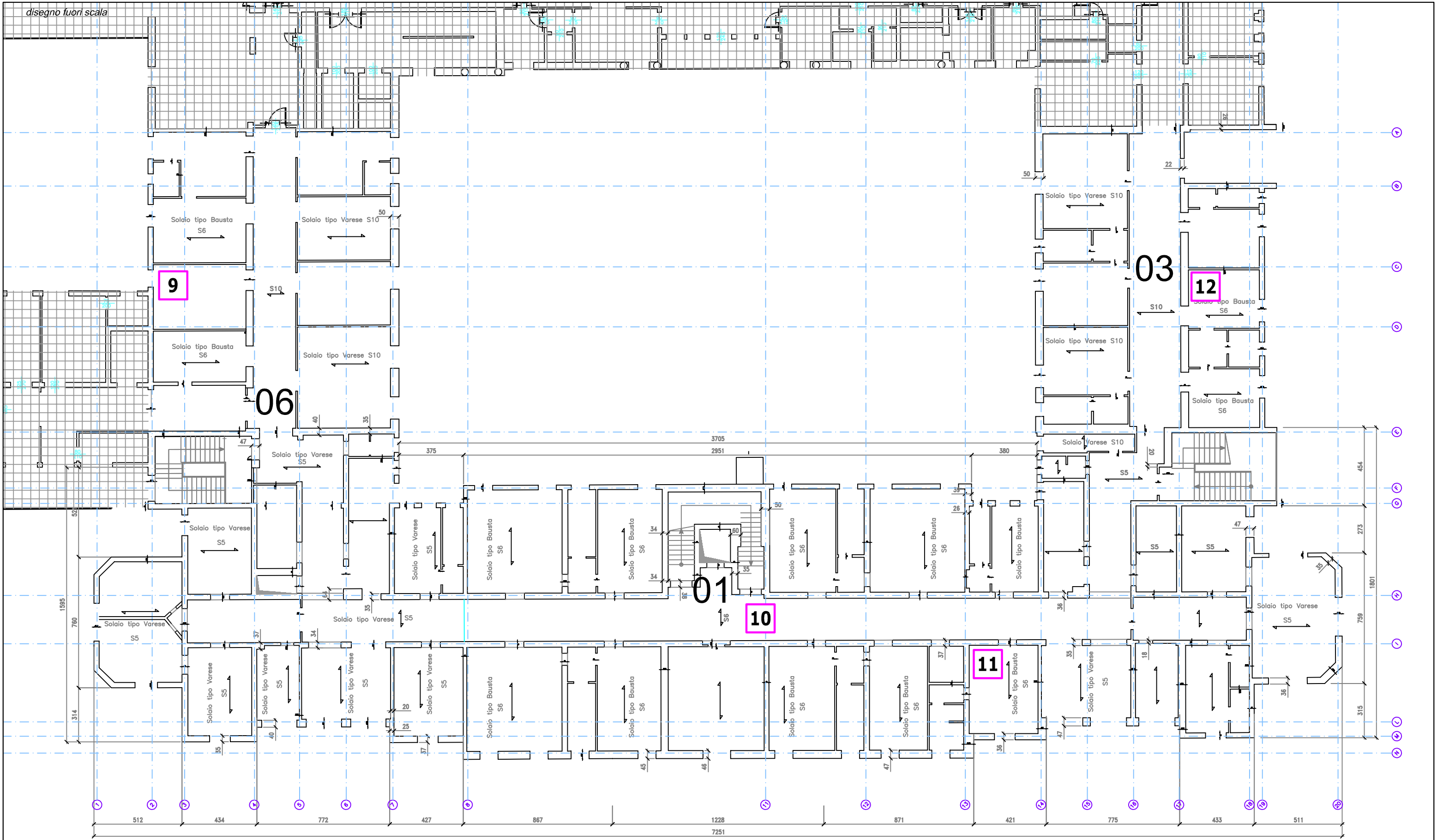
scheda: PUNTI DI INDAGINE - PRIMO ORIZZONTAMENTO



Management System  
ISO 9001:2008

www.tuv.com  
ID 9105086584

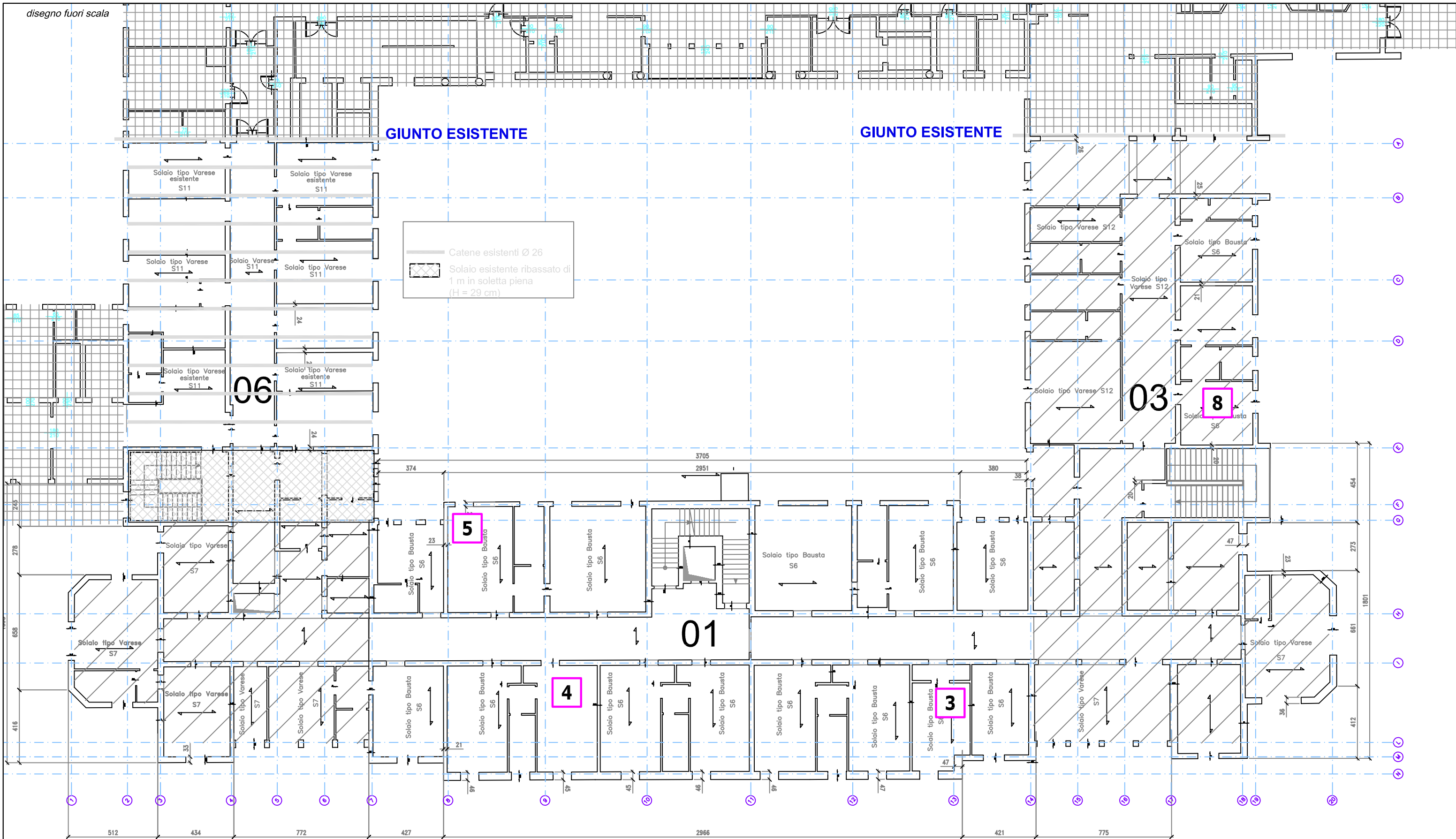




PIANTA SECONDO ORIZZONTAMENTO

Scala 1:100

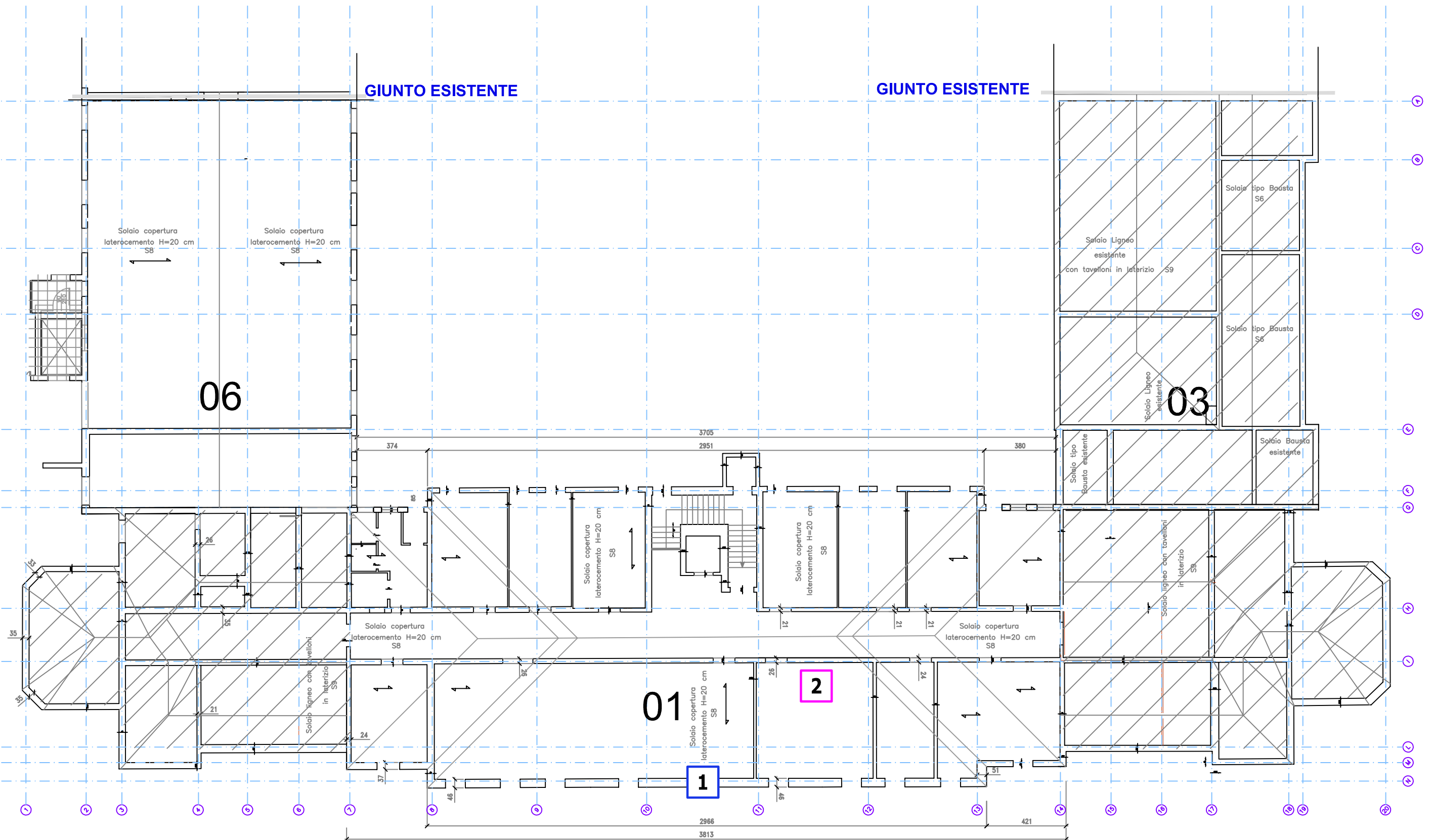
00 indagini su solaio



PIANTA TERZO ORIZZONTAMENTO (SOTTOTETTI PER LE ZONE LATERALI)

Scala 1:100

00 indagini su solaio



## PIANTA COPERTURE

Scala 1:100

**00** indagini su solaio

**00** indagini su cordolo

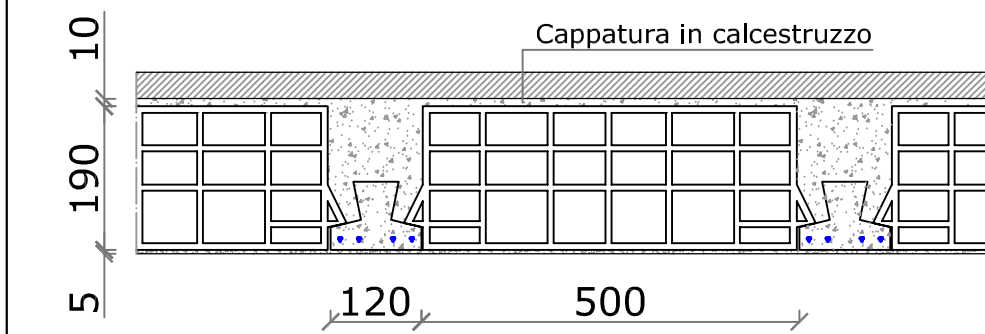


## **ALLEGATO 2**

Rilievo di sezioni resistenti

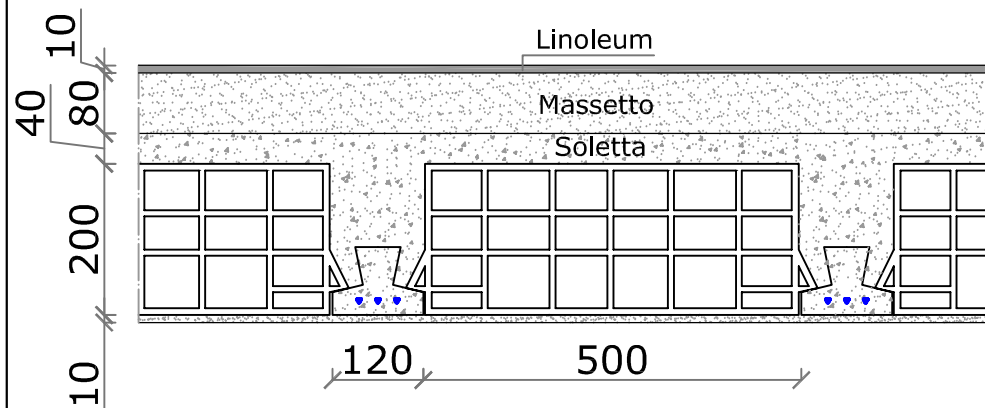
*Elaborati grafici*





## ID 2 SOLAIO DI COPERTURA TIPO CELERSAP

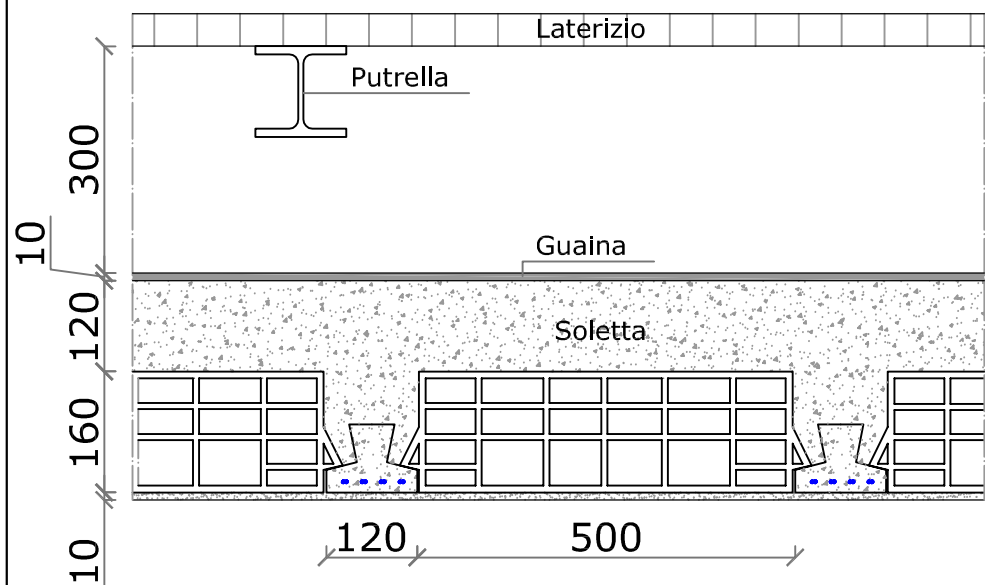
Travetti prefabbricati armati con  
4 trecce costituite da 3 filiØ3  
Copriferro 10mm calcestruzzo +  
5mm intonaco



## ID 3 - 4 - 5 SOLAIO III° IMPALCATO TIPO CELERSAP

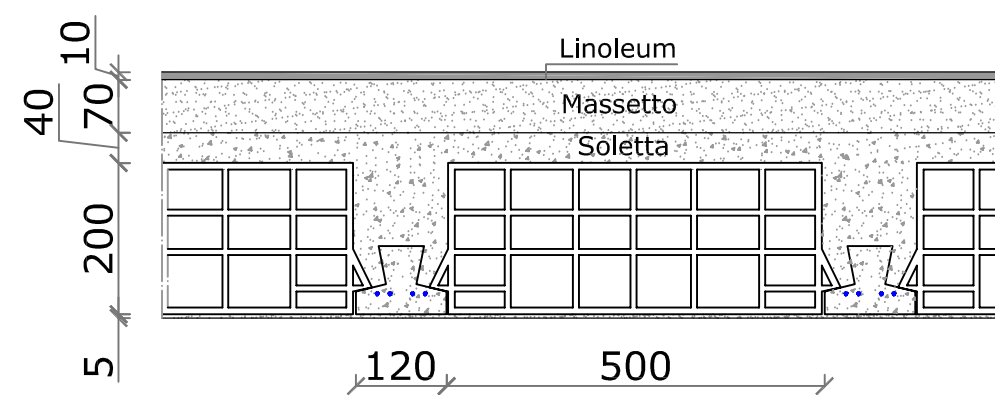
Travetti prefabbricati armati con 3  
trecce costituite da 3 filiØ4  
Copriferro 15mm calcestruzzo +  
10mm intonaco

Assenza di cordolo sia sul muro  
perimetrale che su quello di spina



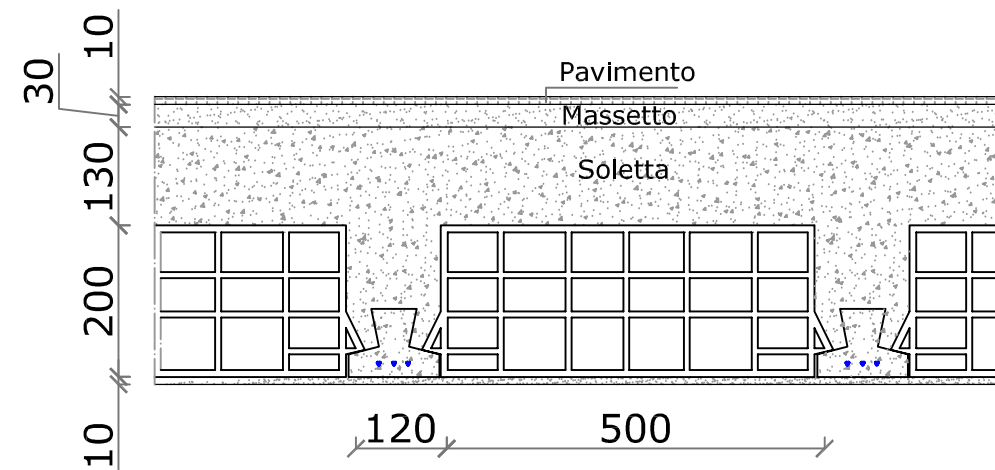
## ID 8 SOLAIO SOTTOTETTO TIPO CELERSAP

Travetti prefabbricati armati  
con 4 trecce costituite da 2  
filiØ2  
Copriferro 15mm calcestruzzo  
+ 10mm intonaco



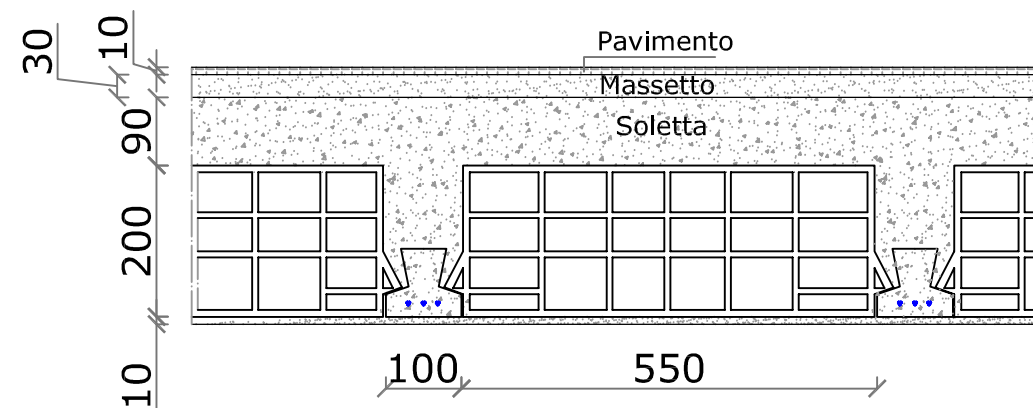
## ID 11 SOLAIO II° IMPALCATO TIPO CELERSAP

Travetti prefabbricati armati con  
4 trecce costituite da 3 filiØ2  
Copriferro 25mm calcestruzzo +  
5mm intonaco



## ID 12 SOLAIO II° IMPALCATO TIPO CELERSAP

Travetti prefabbricati armati con 3  
trecce costituite da 3 filiØ2  
Copriferro 25mm calcestruzzo +  
10mm intonaco



## ID 7 SOLAIO I° IMPALCATO TIPO CELERSAP

Travetti prefabbricati armati con 3  
trecce costituite da 3 filiØ2  
Copriferro 25mm calcestruzzo +  
10mm intonaco







## **ALLEGATO 3**

### Schede tecniche strumentazione

## Elcometer 331<sup>2</sup> Model SH Concrete Covermeters



Elcometer 331<sup>2</sup> Covermeter with Half-Cell

### At a glance:

Accurately identify location & orientation of rebar in concrete as well as potential corrosion

Holds up to 10,000 readings.

Fully interchangeable search heads and Half-Cell kits – no need to return to factory.

### Can be used in accordance with:

ACI 318	DGZIF-B3
ASTM C876	DIN 1045
BS 1881:201	EC 2
BS 1881:204	SIA 162
BS 8110	SIS 2006
CP 110	TR60
DGZIF-B2	UNI10174

This easy to use gauge not only quickly and accurately identifies the location, orientation, depth and diameter of rebar, but also the potential for corrosion.

Designed to meet IP65 this all-in-one rugged waterproof gauge can be used in the harshest of environments.

- **Fast and accurate:**  
Locate and determine orientation of rebar quickly, easily & accurately.
- **Corrosion check:**  
Check for potential corrosion of rebar using the same gauge.
- **Large memory**  
Holds up to 10 linear batches of 1,000 readings in each batch.
- **Large, easy to read backlit display:**  
Graphical display clearly shows statistics, batches, graph plots and numerical readings
- **Interchangeable search heads and Half-Cell kits:**  
Select from standard search head, narrow pitch search head, deep cover search head, borehole probe, Copper Half-Cell Kit and Silver Half-Cell Kit.
- **Powerful Covermaster® Software:**  
Ultimate data management tool to store cover & Half-Cell readings and produce professional reports quickly and easily.
- **Intuitive menus in multiple languages:**  
Allows use straight out of the box
- **International bar sizes:**  
User selectable bar sizes include metric, US Bar Numbers, ASTM/Canadian and Japanese for use anywhere in the world.
- **Rechargeable battery supply:**  
Battery packs can be charged inside or outside the gauge.

### Concrete Covermeters

Locating steel reinforcement bars and metal pipes is essential in the construction and maintenance of structures. Damage caused when a drill or a fastener makes contact with a pipe is costly. A drill making contact with rebars or tendon ducts however, not only destroys the drill bit, but can lead to serious structural damage.

Before carrying out any maintenance work, it is vital to identify the location, orientation and depth of sub-surface metalwork. It is also useful to establish the condition of the metal work and assess the corrosion potential, so maintenance work can be scheduled accordingly.

Elcometer have six covermeters in their range, The Elcometer 331<sup>2</sup> H & HM are Half-Cell only instruments, the Elcometer 331<sup>2</sup> Model B is a Covermeter only and the Elcometer 331<sup>2</sup> Models BH, SH and TH incorporate the Half-Cell technology required to assess potential corrosion of rebar. Finally, the THD model can accurately locate stainless steel rebar.

Elcometer offer a comprehensive range of concrete inspection equipment to meet all of your requirements.

### ELCOMETER 331<sup>2</sup> RANGE FEATURES

	Model B	Model BH	Model SH	Model TH	Model THD
Rebar location	*	*	*	*	*
Rebar orientation	*	*	*	*	*
Depth of cover	*	*	*	*	*
Half Cell capability		*	*	*	*
Large cover thickness reading mm or inches	*	*	*	*	*
Large Half Cell reading mV		*	*	*	*
Large graphics display with backlight	*	*	*	*	*
Multiple language menu structure	*	*	*	*	*
Signal strength bar	*	*	*	*	*
Interchangeable heads with LED & keypad	*	*	*	*	*
User selectable bar range sizes & numbers	*	*	*	*	*
Measurement sound modes	*	*	*	*	*
Locate <i>(tone increases as head approaches bar)</i>	*	*	*	*	*
Under Cover <i>(tone only sound for low cover)</i>			*	*	*
Maxpip™ <i>(tone only as head passes rebar centre)</i>			*	*	*
Autosize mode bar diameter determination			*	*	*
Orthogonal mode bar diameter determination			*	*	*
RS232 Output – direct to printer or PC			*	*	*
EDTS* Excel link software			*	*	*
Data logging with alpha numeric batch identification			10 linear batches of 1,000 readings each	240,000 readings in linear or grid batches <sup>1</sup>	240,000 readings in linear or grid batches <sup>1</sup>
Statistics			*	*	*
Minimum & maximum cover limits			*	*	*
Date & time				*	*
Rugged waterproof case (IP65)	*	*	*	*	*
Adjustable beep volume & earphone socket	*	*	*	*	*
Stainless Steel measurement mode					*
Part numbers	W331B—*	W331BH—*	W331SH—*	W331TH—*	W331THD—*

Replace \* with 1, 2 or 3 to complete part number. 1=240V UK, 2=220V Euro, 3=110V US

<sup>1</sup> Linear batch mode: up to 200 batches of 1,000 readings Grid batch mode: up to 1,000 batches, maximum number of readings 240,000

Bar diameter ranges	Metric: 5 - 50mm bar diameters in 21 values US Bar Numbers: #2 - #18 bar sizes in 16 values ASTM/Canadian: 10 - 55M bar diameters in 8 values Japanese: 6 - 57mm bar diameters in 16 values
Rechargeable power supply	7.4 lithium ion battery pack provides up to 32 hours of continuous use (20 hrs if backlight on). Rechargeable in 4 hours either inside or outside the gauge using external charger.
Maximum operating temperature	50°C / 122°F
Unit dimensions (including head & lead)	230 x 130 x 125mm / 9 x 5.1 x 4.9"
Unit weight	1.54kg / 3.4lbs





#### Standard Search Head

Designed to meet most of your measurement requirements.

Cover range: 40mm / 1.6" bar 15mm to 95mm / 0.6" to 3.75"  
8mm / 0.3" bar 8mm to 70mm / 0.3" to 2.75"  
Dimensions: 155 x 88 x 42mm / 6.1 x 3.5 x 1.65"  
Sensing area: 120 x 60mm / 4.72 x 2.36"  
Part number: **TW33119124-1A**



#### Narrow Pitch Search Head

Accurately measures the cover thickness when the gaps between each of the rebars (pitch) are close together

Cover Range: 40mm / 1.6" bar 8mm to 80mm / 0.3" to 3.1"  
8mm / 0.3" bar 5mm to 60mm / 0.2" to 2.4"  
Dimensions: 155 x 88 x 42mm / 6.1 x 3.5 x 1.65"  
Sensing area: 120 x 60mm / 4.72 x 2.36"  
Part number: **TW33119124-2A**



#### Deep Cover Search Head

The ideal search head for accurately measuring rebars that are deep within the structure

Cover Range: 40mm / 1.6" bar 35mm to 180mm / 1.4" to 7"  
8mm / 0.3" bar 25mm to 160mm / 1.0" to 6.3"  
Dimensions: 170 x 94 x 54mm / 6.7 x 3.7 x 2.1"  
Sensing area: 160 x 80mm / 6.3 x 3.15"  
Part Number: **TW33119171A**



#### Dual Search Head for High Tensile and Stainless Steels

The ability to detect high tensile steel and three grades of stainless steel (304, 316 and Duplex).  
For use with Model THD only.

Cover Range: 40mm / 1.6" bar 35mm to 180mm / 1.4" to 7"  
8mm / 0.3" bar 25mm to 160mm / 1.0" to 6.3"  
Dimensions: 170 x 94 x 54mm / 6.7 x 3.7 x 2.1"  
Sensing area: 160 x 80mm / 6.3 x 3.15"  
Part Number: **TW33120014D**



#### Borehole Probe

The solution for locating tendon ducts and multiple layers of rebar lying deep within the concrete.

Measurement depth: Short probe: 0 - 40cm / 0 - 6" Long Probe: 0 - 100cm / 0 - 40"  
Approximate detection ranges: Tendon duct (70mm / 2.75" diameter): up to 90mm / 3.54"  
Reinforcement bar: up to 60mm / 2.36"  
Part Number: Short Metric – **TW33119223-1A** Long Metric – **TW33119223-2A**  
Short Imperial – **TW33119223-3A** Long Imperial – **TW33119223-4A**



#### Extension Arm Kit

This kit allows the user to scan bridge decks and floor areas from a standing position. It can be connected to either the standard or narrow pitch search heads.

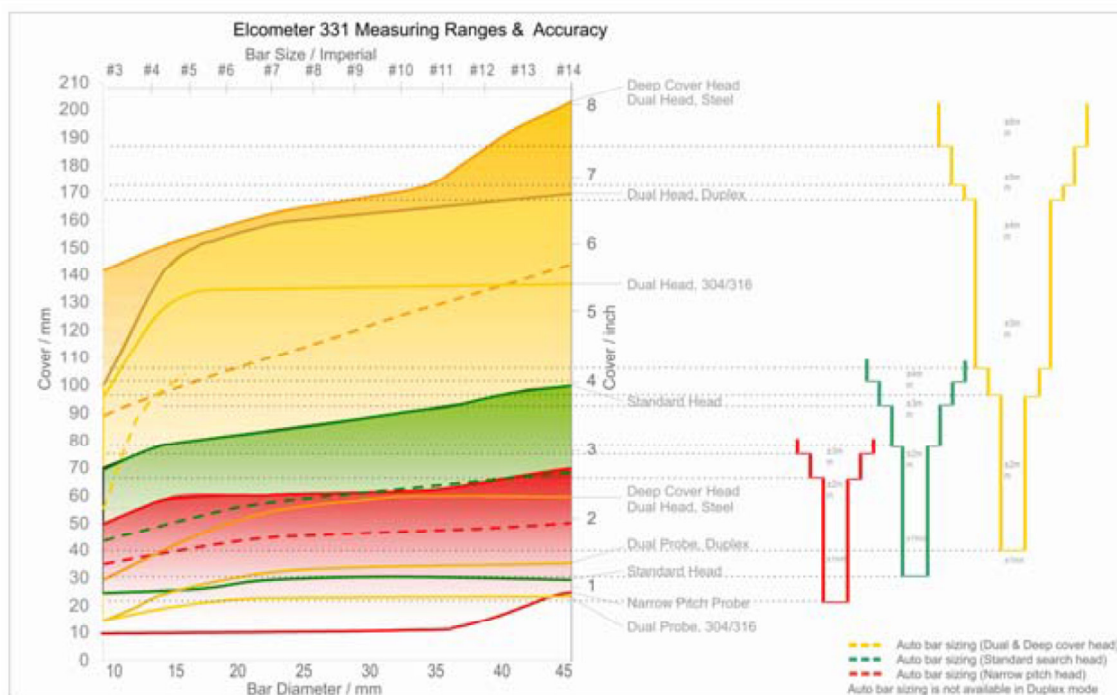
Cover Range: 40mm / 1.6" bar 15mm to 95mm / 0.6" to 3.75"  
8mm / 0.3" bar 8mm to 70mm / 0.3" to 2.4"  
Dimensions: 155 x 88 x 42mm / 6.1 x 3.5 x 1.65"  
Sensing area: 120 x 60mm / 4.72 x 2.36"  
Part Number: **TW33119222**



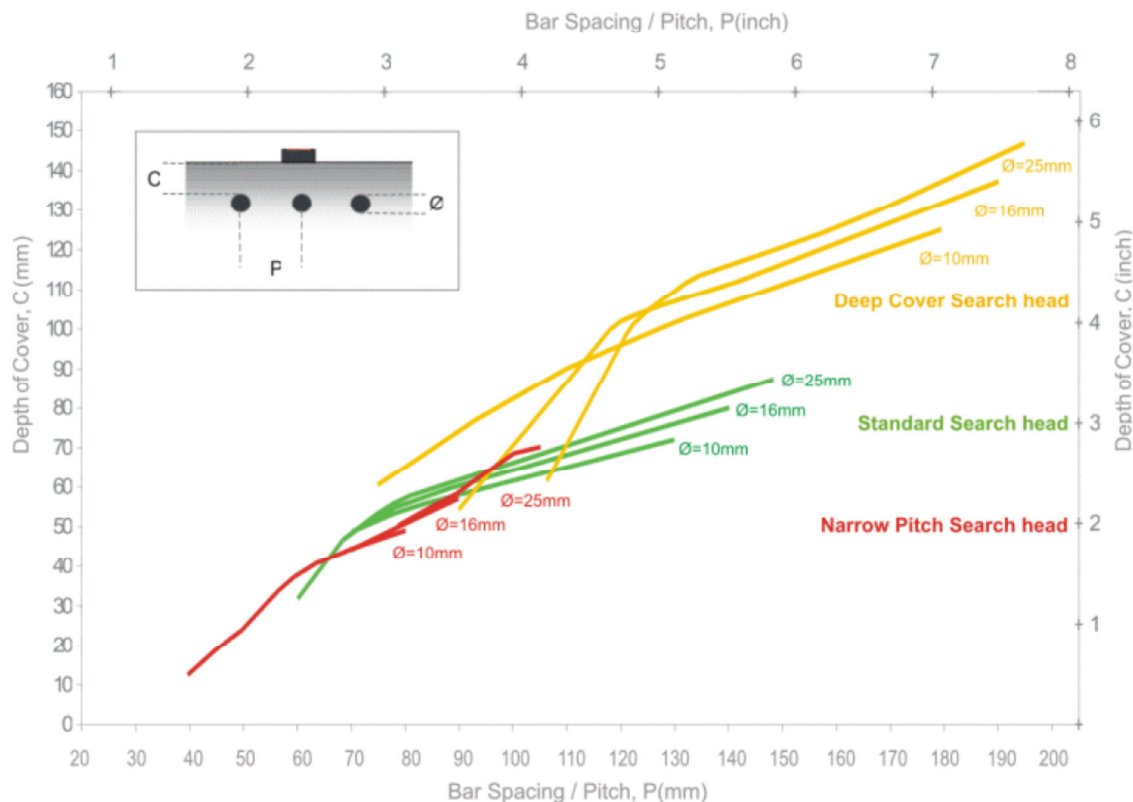
#### Half-Cell Probe Kit

Consisting of either a copper electrode in a copper sulphate solution (Cu/CuSO<sub>4</sub>) or a silver electrode in a silver chloride solution (Ag/AgCl), each Half-Cell is a sealed unit so there is no need to mix chemicals on site. Supplied with a 25m (80ft) cable, every Half-Cell Kit is guaranteed for 5 years.

Part Number: Cu/CuSO<sub>4</sub> – **TW331CUKIT**  
Ag/AgCl – **TW331AGKIT**



**Elcometer 331<sup>2</sup> Measurement Resolution**





Committente

AUSL DI FERRARA

Oggetto

INDAGINI SPECIALISTICHE SUI SOLAI DELLA CASA DELLA SALUTE DELL'OSPEDALE "F.LLI BORSELLI"  
DI BONDENO (FE)



Titolo

RAPPORTO CONCLUSIVO DI INDAGINE

Emesso:

dr. Paolo Mezzaro

Approvato:

LABORATORI INGEGNERIA  
FERRARA Srl  
Partita IVA 04190400389

1747	Doc04- Rapporto conclusivo	00	Prima emissione	24/01/2019	comm1747-doc4-rev00-bondeno-coperture-
Commessa	Codice - Documento	Revisione	Motivazione	Data	Nome file



**INDICE**

1. PREMESSA.....	3
2. TIPOLOGIA DI INDAGINI ESEGUITE .....	4
3. MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SULLE STRUTTURE LIGNEE.....	4
4. CODIFICA DEGLI ELEMENTI LIGNEI COSTITUENTI LA STRUTTURA INDAGATA.....	5
5. TIPOLOGIE DI DEGRADO RISCOSE TRATE SULLE STRUTTURE LIGNEE.....	5
6. ESSENZE LEGNOSE DEGLI ELEMENTI INDAGATI .....	5
7. PARAMETRI FISICI E MECCANICI DEI MATERIALI INDAGATI .....	7
8. CLASSE DI RESISTENZA DEL MATERIALE.....	10
9. ELENCO ALLEGATI.....	10

**INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1: inquadramento cartografico del complesso edilizio in oggetto .....	3
Figura 2: vista aerea dell'edificio oggetto di indagine.....	3
Figura 22: degrado superficiale da insetti xilofagi su trave 2.....	6
Figura 23: degrado da carie su trave 9 .....	6
Figura 24: <i>tabella estratta dalla UNI11119/04 – parametri meccanici e fisici dei legnami strutturali. Esempio di ricavo dei parametri meccanici a flessione per abete rosso di terza categoria.....</i>	7
Figura 25: <i>tabella estratta dalla UNI11035/2 – parametri meccanici e fisici dei legnami strutturali. Esempio di ricavo dei parametri meccanici a flessione per abete rosso di terza categoria.....</i>	8
Figura 26: <i>tabella estratta dalla UNI EN 338 –Classi di resistenza. Esempio di ricavo dei parametri meccanici a flessione per abete rosso di terza categoria.....</i>	10

# 1. Premessa

Su incarico della Committenza, **AUSL di FERRARA**, la scrivente società ha eseguito una campagna di indagini specialistiche presso la **Casa della Salute dell'Ospedale "F.lli Borselli"** di Bondeno (FE)

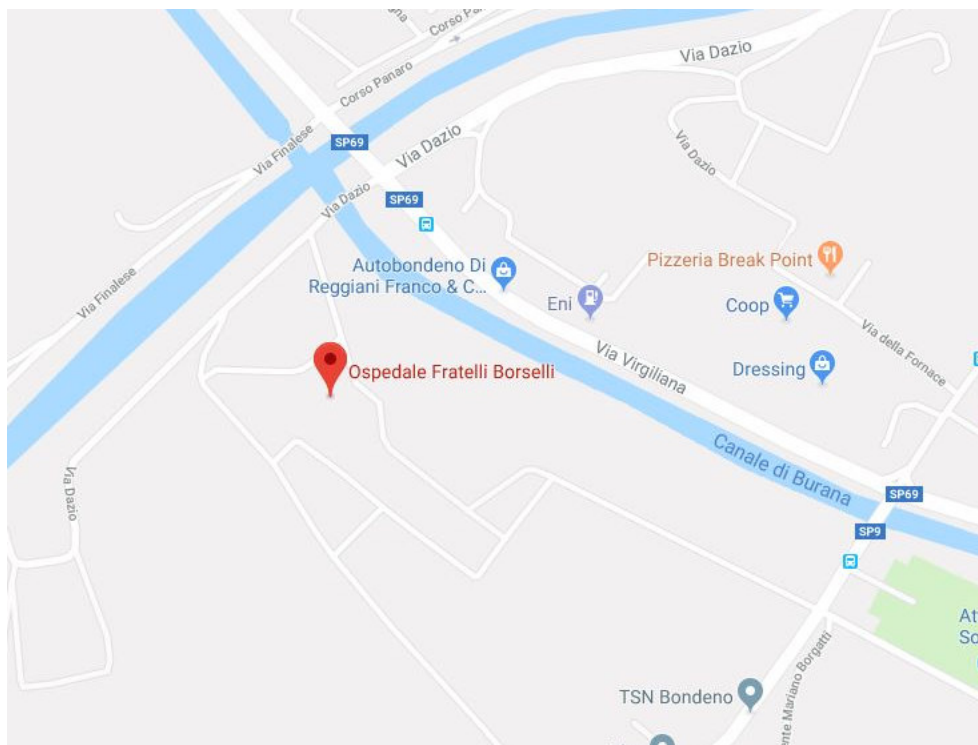


Figura 1: inquadramento cartografico del complesso edilizio in oggetto



Figura 2: vista aerea dell'edificio oggetto di indagine

## 2. Tipologia di indagini eseguite

La campagna di indagini ha riguardato le strutture lignee di copertura di alcune zone del fabbricato, nelle quali si sono eseguite ispezioni volte al rilievo dell'organizzazione strutturale e alla verifica della eventuale presenza di degrado sugli elementi lignei.

In particolare le indagini sono state svolte secondo il seguente programma:

- ispezione visiva generale sulle strutture di copertura nelle zone indicate dai Professionisti incaricati, con rilievo a campione delle caratteristiche morfologiche ed indicazione della categoria di resistenza secondo UNI 11119:2004
- esecuzione di indagini puntuali a campione, distribuite particolarmente nelle posizioni in cui è stato identificato degrado o possibile degrado, con esecuzione di prove strumentali, prove resistografiche ed indicazione della categoria di resistenza secondo UNI 11119:2004; sono stati indagati puntualmente n. 11 elementi

le indagini per la determinazione dello stato di degrado degli elementi lignei sono state condotte con tecniche di ispezione e controllo visivo e con l'uso di trapano strumentato Resistograph; l'assegnazione alla classe di resistenza è stata effettuata secondo le metodiche espresse nella norma UNI 11119:2004 che stabilisce obiettivi, procedure e requisiti per la diagnosi dello stato di conservazione e la stima della resistenza e della rigidità di elementi lignei in opera nelle strutture portanti di edifici compresi nell'ambito dei beni culturali, attraverso l'esecuzione di ispezioni in situ e l'impiego di tecniche e metodologie di prova non distruttive eseguite a campione sugli elementi lignei.

## 3. Modalità di esecuzione delle indagini sulle strutture lignee

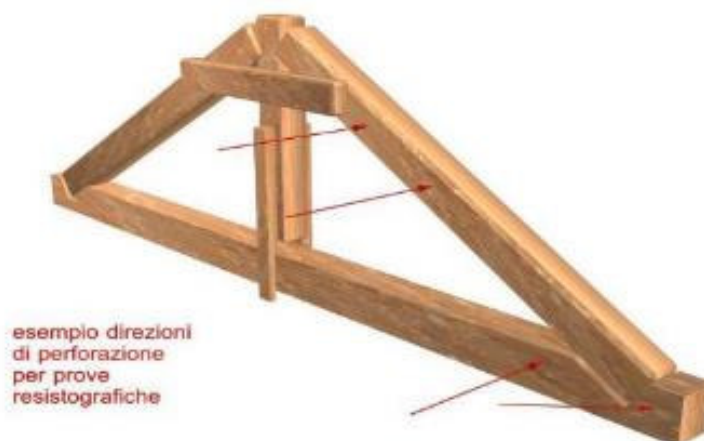
Le indagini sugli elementi lignei secondo UNI 11119 hanno comportato le seguenti modalità esecutive:

- rilievo morfoanatomico delle specie legnose costituenti le strutture indagate
- rilievo delle dimensioni dell'elemento ligneo mediante misurazione diretta
- rilievo di eventuali particolarità geometriche dell'elemento, smussi e nodi
- rilievo delle caratteristiche della fibratura
- rilievo di eventuali difetti e della loro estensione
- rilievo di eventuali forme di degradamento dell'elemento
- misura dell'umidità relativa del legno con igrometro elettrico digitale
- esecuzione di prove non distruttive sugli elementi lignei indagati, con utilizzo di trapano strumentato

Resistograph.

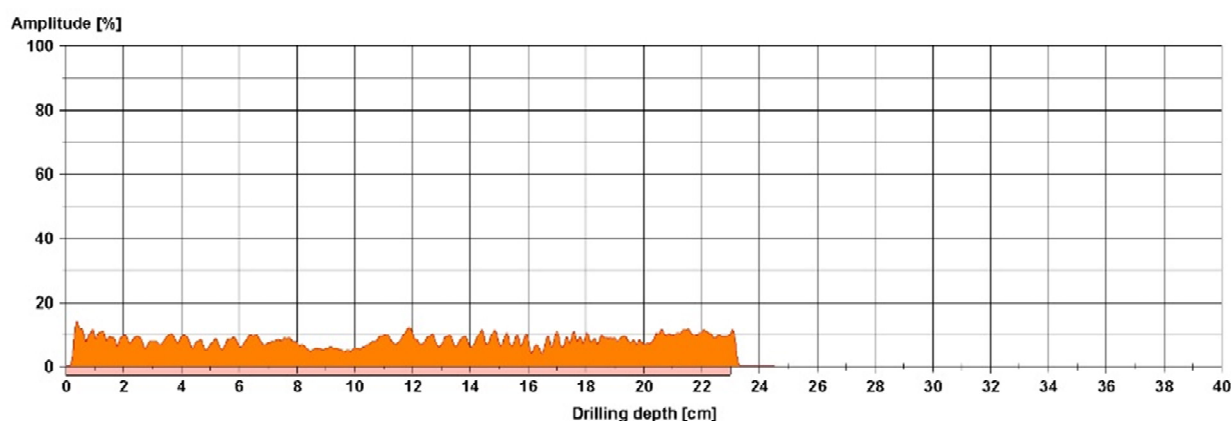
Il Resistograph è uno strumento è dotato di una punta di piccolo diametro (circa 2 mm) e grande lunghezza (circa 40 cm), con il quale è possibile eseguire delle perforazioni sugli elementi indagati.

Lo strumento è in grado di misurare la resistenza opposta dalla fibra legnosa alla rotazione della punta durante la perforazione.



Essendo nota la profondità di perforazione, il Resistograph è in grado di disegnare diagrammi di resistenza nei quali è riportata in ascissa la profondità di penetrazione ed in ordinata la resistenza del legno (in valore percentuale rispetto a quello che causa il completo bloccaggio della punta).

Le curve di resistenza ottenute dalle prove resistografiche, pur non fornendo direttamente una misura delle caratteristiche meccaniche del materiale ligneo, danno informazioni sullo stato del legno e soprattutto sulle sue condizioni di uniformità.



#### 4. Codifica degli elementi lignei costituenti la struttura indagata

In Allegato 1 sono riportati schemi di localizzazione e codifica delle posizioni di indagine, oltre alle schede di restituzione delle indagini eseguite in ogni posizione.

#### 5. Tipologie di degrado riscontrate sulle strutture lignee

Le indagini hanno messo in evidenza la presenza, localizzata su alcuni elementi, di degrado da insetti xilofagi (coleotteri Anobidi) e da carie su elementi della copertura; il degrado riscontrato è di entità variabile e causa la parziale riduzione delle sezioni efficaci degli elementi lignei, non sono stati riscontrati elementi caratterizzati da degrado totale o molto grave.

#### 6. Essenze legnose degli elementi indagati

La essenza legnosa utilizzata nelle strutture lignee è risultata essere l'abete rosso; i risultati delle indagini sono



presentati in Allegato 4 in forma di schemi grafici con localizzazione delle misure e delle prove eseguite sugli elementi, mentre in Allegato 5 sono riportati i diagrammi delle prove resistografiche eseguite.



Figura 3: degrado superficiale da insetti xilofagi su trave 2



Figura 4: degrado da carie su trave 9

## 7. Parametri fisici e meccanici dei materiali indagati

Un utile supporto alle verifiche di calcolo degli elementi lignei indagati è fornito dalla stessa norma UNI 11119/04 dove è allegata la seguente tabella, che a partire dalle categorie di resistenza ottenute dalle indagini in situ su elementi lignei indica i valori consoni di tensioni massime per l'applicazione delle verifiche con il metodo delle tensioni ammissibili.

I valori sono riferiti all'umidità ottimale del 12%;

**Tensioni massime per l'applicazione del metodo delle tensioni ammissibili e moduli medi di elasticità a flessione, per le categorie in opera delle principali specie legnose, applicabili per umidità del legno = 12%**

Specie	Categorìa in opera	Tensioni massime (N/mm <sup>2</sup> )					
		compressione		flessione statica	trazione parallela alla fibratura <sup>1)</sup>	taglio (parallelo alla fibratura)	modulo di elasticità a flessione
		parallela alla fibratura	perpendicolare alla fibratura				
Abete bianco (Abies alba Mill.)	I	11	2,0	11,5	11	0,9	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,8	12 000
	III	7	2,0	7,5	6	0,7	11 000
Abete rosso (Picea abies Karst.)	I	10	2,0	11	11	1,0	12 500
	II	8	2,0	9	9	0,9	11 500
	III	6	2,0	7	6	0,8	10 500
Larice (Larix spp.)	I	12	2,5	13	12	1,1	15 500
	II	10	2,2	11	9,5	1,0	14 500
	III	7,5	2,0	8,5	7	0,9	13 500
Pini (Pinus spp.)	I	11	2,0	12	11	1,0	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,9	12 000
	III	7	2,0	8	6	0,8	11 000
Castagno (Castanea sativa Mill.)	I	11	2,0	12	11	0,8	10 000
	II	9	2,0	10	9	0,7	9 000
	III	7	2,0	8	6	0,6	8 000
Pioppo (Populus spp.)	I	10	1,5	10,5	9	0,6	9 000
	II	8	1,5	8,5	7	0,5	8 000
	III	6	1,5	6,5	4,5	0,4	7 000
Quercia (Quercus spp.)	I	12	3,0	13	12	1,2	13 500
	II	10	2,5	11	10	1,0	12 500
	III	7,5	2,2	8,5	7	0,9	11 500

1) La tensione massima a trazione perpendicolare alla fibratura si assume convenzionalmente uguale a zero.

Figura 5: tabella estratta dalla UNI11119/04 – parametri meccanici e fisici dei legnami strutturali. Esempio di ricavo dei parametri meccanici a flessione per abete rosso di terza categoria.

si riportano di seguito i parametri indicati dalla norma UNI 11119 per le specie legnose rinvenute nelle indagini in oggetto (per la specie Abete si è considerata la categoria relativa all'abete rosso):

Specie	Categoria in opera	Tensioni massime (N/mm <sup>2</sup> )					
		compressione		flessione statica	trazione parallela alla fibratura	taglio parallelo alla fibratura	modulo di elasticità a flessione
		parallela alla fibratura	perpendicolare alla fibratura				
Abete rosso	1	10	2,0	11	11	1,0	12500
	2	8	2,0	9	9	0,9	11500
	3	6	2,0	7	6	0,8	10500

Con il medesimo procedimento è possibile utilizzare le conclusioni delle attività di indagine ispettiva in sito, regolate dalle procedure operative proprie della UNI 11119/04, per ricavare i parametri meccanici dalla tabella allegata alla norma UNI 11035-2/2003 "Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per tipi di legname strutturale italiani". I parametri meccanici forniti sono utili per l'impostazione di verifiche numeriche di calcolo con il metodo degli stati limite.

La norma riguarda propriamente segati ad uso strutturale di attuale produzione, la scelta del progettista incaricato dovrà essere direzionata all'applicazione dei coefficienti parziali per le resistenze in accordo alle normative vigenti ed al percorso progettuale intrapreso.

prospetto 5 Valori caratteristici per i tipi di legname considerati nella presente norma

Proprietà		Abete / Nord			Abete / Centro Sud			Larice / Nord			Douglasia / Italia		Altre Conifere / Italia			Castagno / Italia	Querce caducifoglie / Italia	Pioppo e Ontano / Italia	Altre Latifoglie / Italia
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2/S3	S1	S2	S3	S	S	S	S
Flessione (5-percentile), MPa	$f_{m,k}$	29	23	17	32	28	21	42	32	26	40	23	33	26	22	28	42	26	27
Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{t,0,k}$	17	14	10	19	17	13	25	19	16	24	14	20	16	13	17	25	16	16
Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,4	0,5
Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{c,0,k}$	23	20	18	24	22	20	27	24	22	26	20	24	22	20	22	27	22	22
Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{c,90,k}$	2,9	2,9	2,9	2,1	2,1	2,1	4,0	4,0	4,0	2,6	2,6	4,0	4,0	4,0	3,8	5,7	3,2	3,9
Taglio (5-percentile), MPa	$f_{v,k}$	3,0	2,5	1,9	3,2	2,9	2,3	4,0	3,2	2,7	4,0	3,4	3,3	2,7	2,4	2,0	4,0	2,7	2,0
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), MPa	$E_{0,mean}$	12 000	10 500	9 500	11 000	10 000	9 500	13 000	12 000	11 500	14 000	12 500	12 300	11 400	10 500	11 000	12 000	8 000	11 500
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), MPa	$E_{0,05}$	8 000	7 000	6 400	7 400	6 700	6 400	8 700	8 000	7 700	9 400	8 400	8 200	7 600	7 000	8 000	10 100	6 700	8 400
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura (medio), MPa	$E_{90,mean}$	400	350	320	370	330	320	430	400	380	470	420	410	380	350	730	800	530	770
Modulo di taglio (medio), MPa	$G_{mean}$	750	660	590	690	630	590	810	750	720	880	780	770	710	660	950	750	500	720
Massa volumica (5-percentile), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k$	380	380	380	280	280	280	550	550	550	400	420	530	530	530	465	760	420	515
Massa volumica (media), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{mean}$	415	415	415	305	305	305	600	600	600	435	455	575	575	575	550	825	460	560

Figura 6: tabella estratta dalla UNI11035/2 – parametri meccanici e fisici dei legnami strutturali. Esempio di ricavo dei parametri meccanici a flessione per abete rosso di terza categoria.



si riportano di seguito i parametri indicati dalla norma UNI 11035/2 per le specie legnose rinvenute nelle indagini in oggetto (per la specie Abete si è considerata la categoria relativa all'abete nord):

Proprietà		Abete		
		S1	S2	S3
Flessione (5-percentile), MPa	$f_{m,k}$	29	23	17
Traz. parallela fibratura (5-percentile), MPa	$f_{t,0,k}$	17	14	10
Traz. perpendicolare fibratura (5-percentile), MPa	$f_{t,90,k}$	0.4	0.4	0.4
Compress. parallela fibratura (5-percentile), MPa	$f_{c,0,k}$	23	20	18
Compress. perpendicolare fibratura (5-percentile), MPa	$f_{c,90,k}$	2.9	2.9	2.9
Taglio (5-percentile), MPa	$f_{v,k}$	3.0	2.5	1.9
Modulo elasticità parallelo fibratura (medio), MPa	$E_{0,mean}$	12000	10500	9500
Modulo elasticità parallelo fibratura (5-percentile), MPa	$E_{0,05}$	8000	7000	6400
Modulo elasticità perpendicolare fibratura (medio), MPa	$E_{90,mean}$	400	350	320
Modulo di taglio (medio), MPa	$G_{mean}$	750	660	590
Massa volumica (5-percentile), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k$	380	380	380
Massa volumica (medio), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{mean}$	415	415	415

Volendo infine assegnare alle strutture indagate in cantiere una classificazione conforme a quella utilizzata per i legnami di nuova produzione nei procedimenti di nuova costruzione, è possibile utilizzare la tabella riportata nella UNI EN 338/2004 e richiamata dal D.M. 14/01/2008 norme Tecniche per le Costruzioni, utilizzando come fattore di ingresso il parametro meccanico selezionato precedentemente nella tabella dei valori caratteristici della norma UNI 11035/2 (tipicamente la flessione per le travi inflesse e la trazione parallela alla fibratura per le catene delle capriate). La UNI EN 338/2004 "Legno strutturale - Classi di resistenza" stabilisce un sistema di classi di resistenza per uso generale nei codici strutturali, fornendo inoltre valori caratteristici delle proprietà di resistenza, di rigidezza e della massa volumica per ciascuna classe, e le regole per l'assegnazione dei tipi di legno (cioè le combinazioni di specie, provenienza e categoria) alle classi di resistenza; questa norma si applica a tutti i legnami di conifere e di latifoglie per uso strutturale.

Va precisato che il procedimento adottato per l'indagine in sito sulle strutture lignee, spesso inserite in contesti storico monumentali caratterizzati da peculiari metodi costruttivi, non può essere considerato sostitutivo della procedura di controllo sistematico per la classificazione del legname di nuova immissione sul mercato delle costruzioni. Il confronto con le classi di resistenza indicate dalla normativa UNI EN 338 deve pertanto essere considerato semplicemente come un indirizzo di inquadramento e chiarimento; si consiglia di utilizzare nei calcoli le informazioni riportate nelle precedenti tabelle della UNI 11119 e della UNI 11035/2.



prospetto 1 Classi di resistenza - Valori caratteristici

		Pioppo e conifere												Latifoglie					
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Proprietà di resistenza (in N/mm <sup>2</sup> )																			
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Taglio	$f_{vk}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Proprietà di rigidità (in kN/mm <sup>2</sup> )																			
Modulo di elasticità medio parallela	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20
Modulo di elasticità parallelo al 5%	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Modulo di elasticità medio perpendicolare	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Massa volumica (in kg/m <sup>3</sup> )																			
Massa volumica	$\rho_k$	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	530	560	590	650	700	900
Massa volumica media	$\rho_{mean}$	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	640	670	700	780	840	1 080
Nota																			
a) I valori forniti sopra per la resistenza a trazione, la resistenza a compressione, la resistenza a taglio, il modulo di elasticità al 5%, il modulo di elasticità medio perpendicolare alla fibratura e il modulo di taglio medio, sono calcolati utilizzando le equazioni fornite nell'appendice A.																			
b) Le proprietà nel prospetto sono compatibili con un legno la cui umidità sia corrispondente ad una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa del 65%.																			
c) Il legno conforme alle classi C45 e C50 può non essere immediatamente disponibile.																			

Figura 7: tabella estratta dalla UNI EN 338 – Classi di resistenza. Esempio di ricavo dei parametri meccanici a flessione per abete rosso di terza categoria

## 8. Classe di resistenza del materiale

Le ispezioni ai sensi della norma Uni 11119 permettono di assegnare la maggioranza delle travi esaminate alla categoria 3 della specie Abete Rosso, di conseguenza, sulla base dei passaggi e delle considerazioni di cui sopra, si può stimare come appropriata l'assegnazione alla classe di resistenza del materiale pari a C18 secondo UNI EN 338.

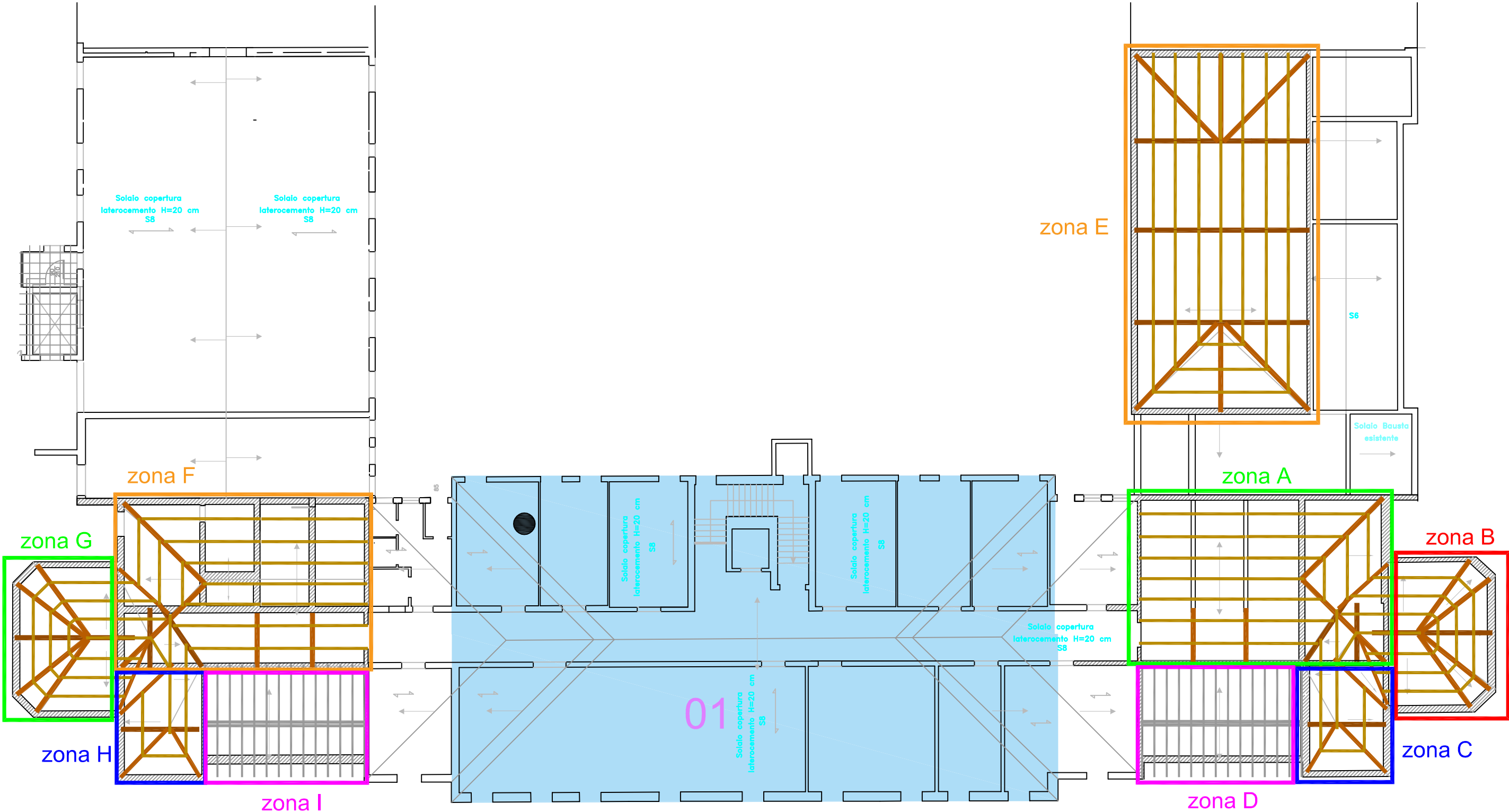
## 9. Elenco allegati

Allegato 1	Schemi di localizzazione e codifica degli elementi indagati, risultati dell'ispezione generale e schede di restituzione delle indagini
Allegato 2	Diagrammi delle prove resistografiche eseguite
Allegato 3	Documentazione fotografica

## **ALLEGATO 1**

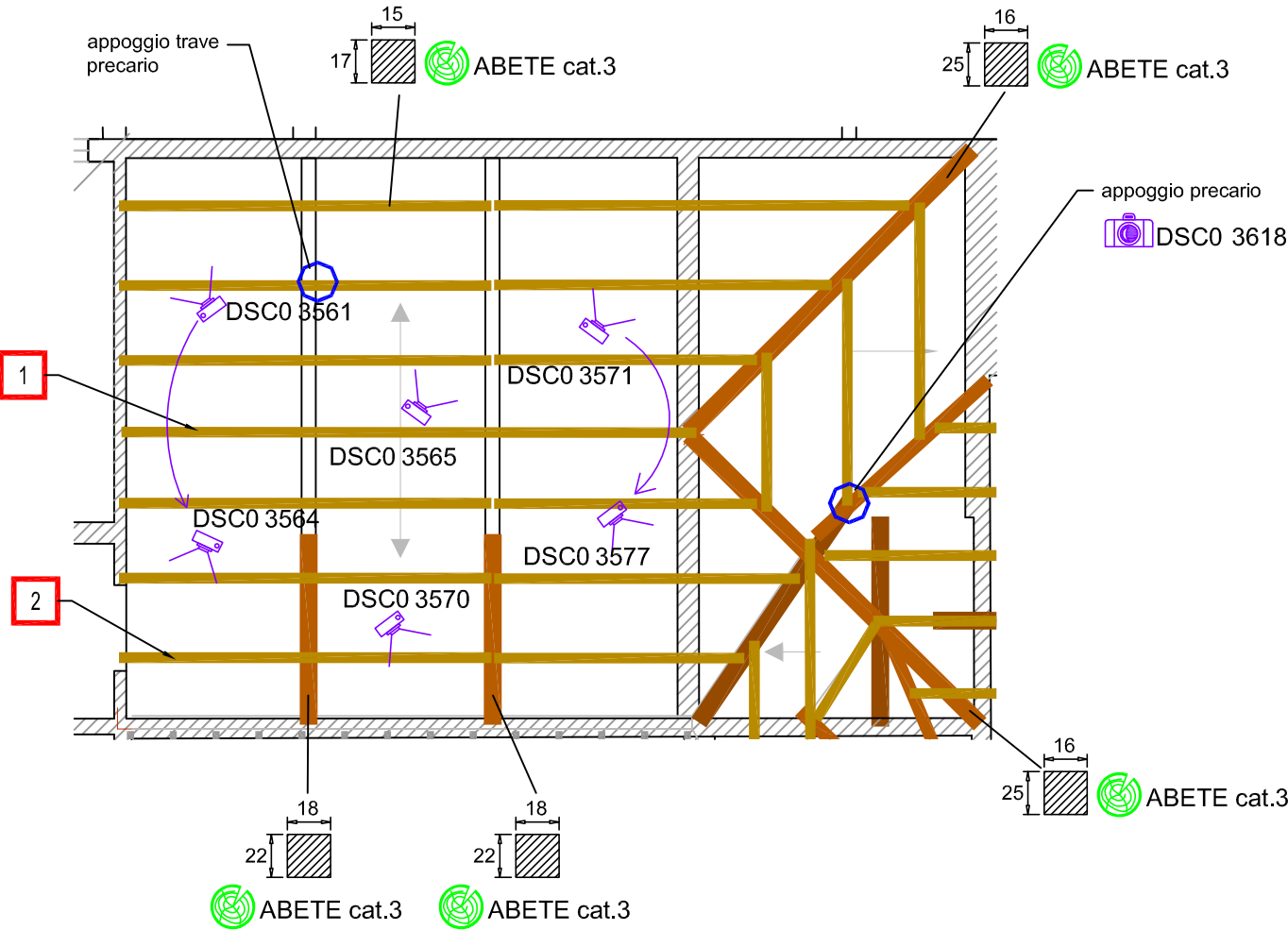
Schemi di localizzazione e codifica degli elementi indagati, risultati dell'ispezione generale e schede di restituzione delle indagini

*Elaborati grafici*





**orditura terziaria:**  
- travetti sez. 4x8 cm  
interasse 60 cm  
**copertura:**  
- tavelloni in laterizio 25x60 cm  
- coppi



LEGENDA

- posizione di indagine
- punto o elemento degradato
- posizione con anomalie o precarietà

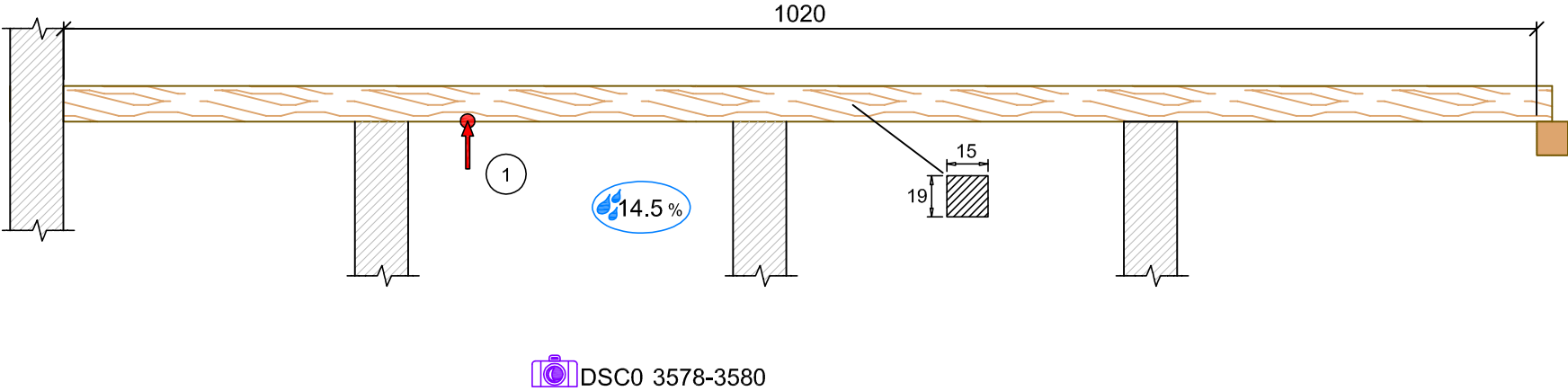


Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 1 tipologia: *trave colmo*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, inclinazione fibra*

 EST



LEGENDA	
	fessurazione o lesione
	valore umidità relativa
	numero immagine fotograf.
	prova di perforazione a 45°
	prova di perforazione a 90°
	prova di perforazione a 90° da intradosso trave
	indicazione specie legnosa
	degrado da marcescenza
	degrado da insetti xilofagi



comm. 1747-18  
doc: 3  
tavola: 3

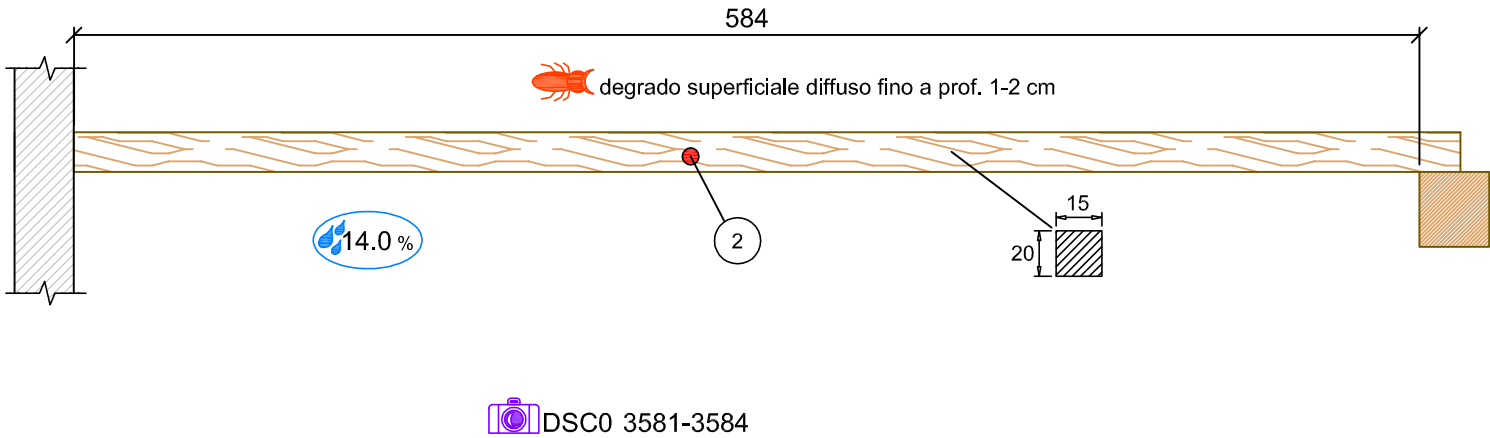
oggetto: indagini su strutture lignee di copertura  
scheda: trave 1

Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali





elemento 2 tipologia: *trave arcareccio*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza degrado*

 EST



LEGENDA

-  fessurazione o lesione
-  xx.x % valore umidità relativa
-  numero immagine fotog.
-  prova di perforazione a 45°
-  prova di perforazione a 90°
-  prova di perforazione a 90° da intradosso trave
-  indicazione specie legnosa
-  degrado da marcescenza
-  degrado da insetti xilofagi

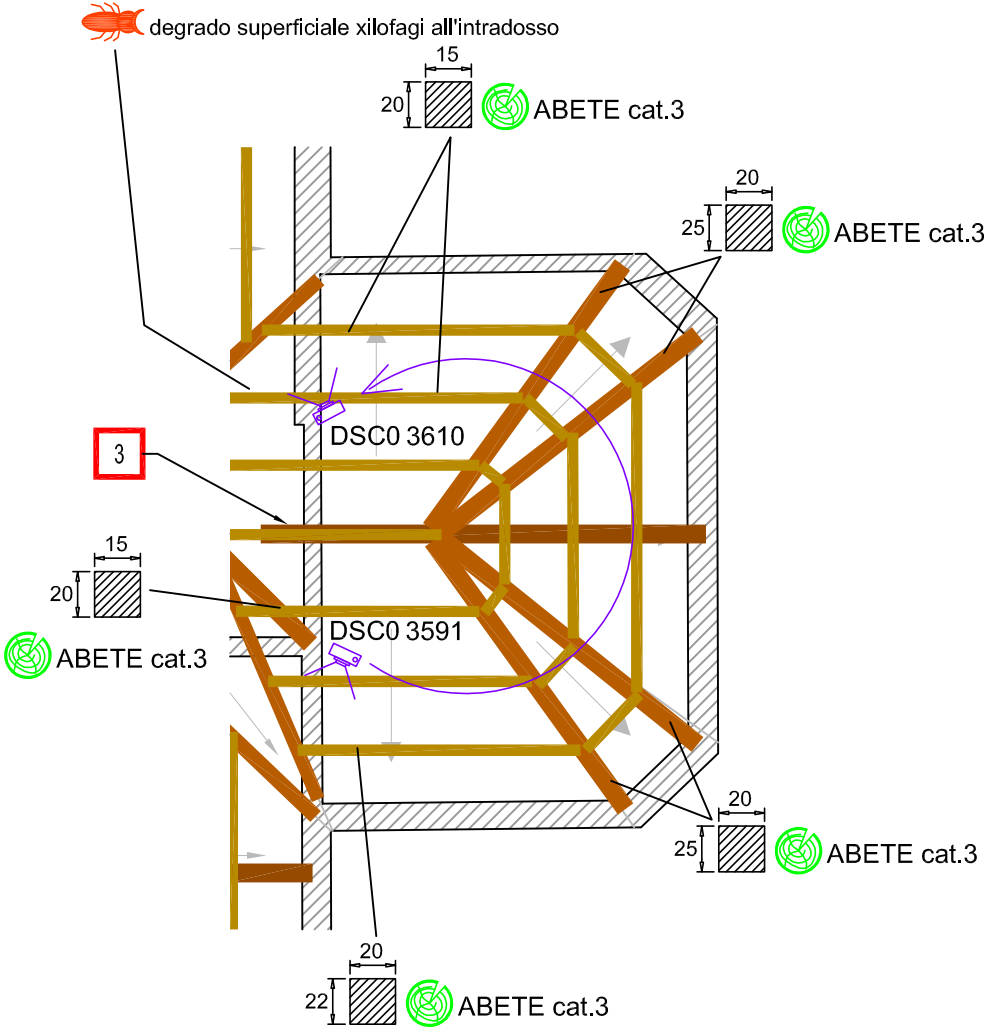


comm. 1747-18  
doc: 3  
tavola: 4

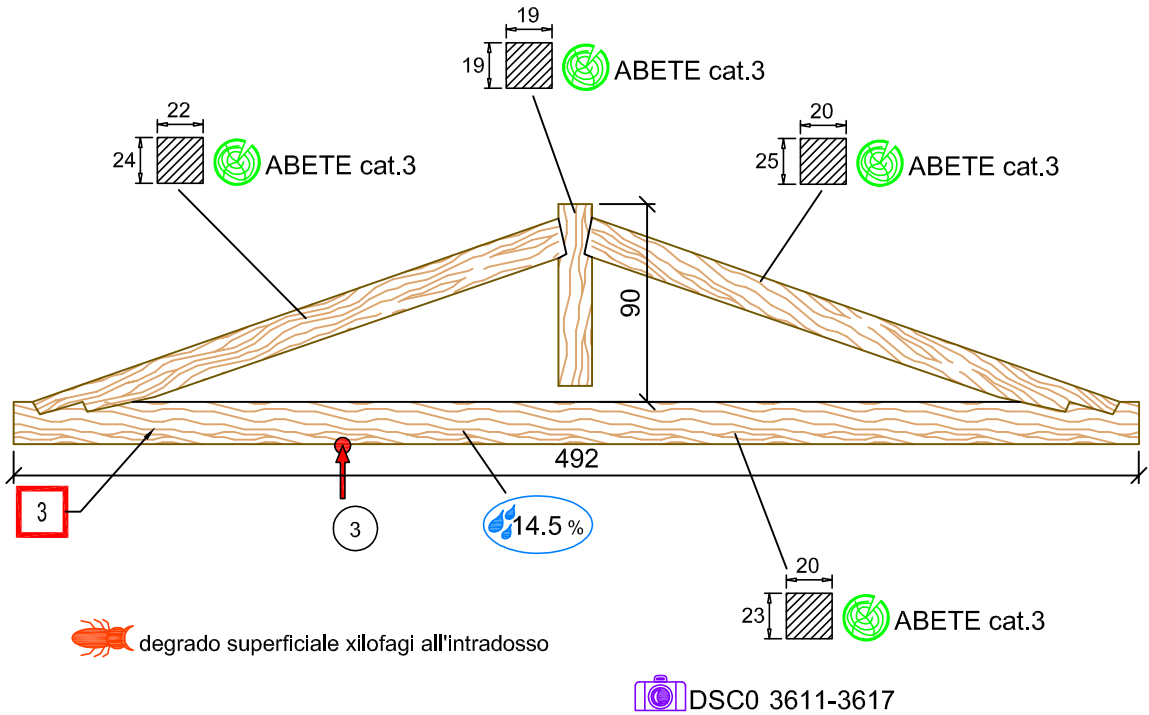
oggetto: indagini su strutture lignee di copertura  
scheda: trave 2







**orditura terziaria:**  
- travetti sez. 4x8 cm  
interasse 60 cm  
**copertura:**  
- tavelloni in laterizio 25x60 cm  
- coppi



elemento **3** tipologia: *catena capriata*

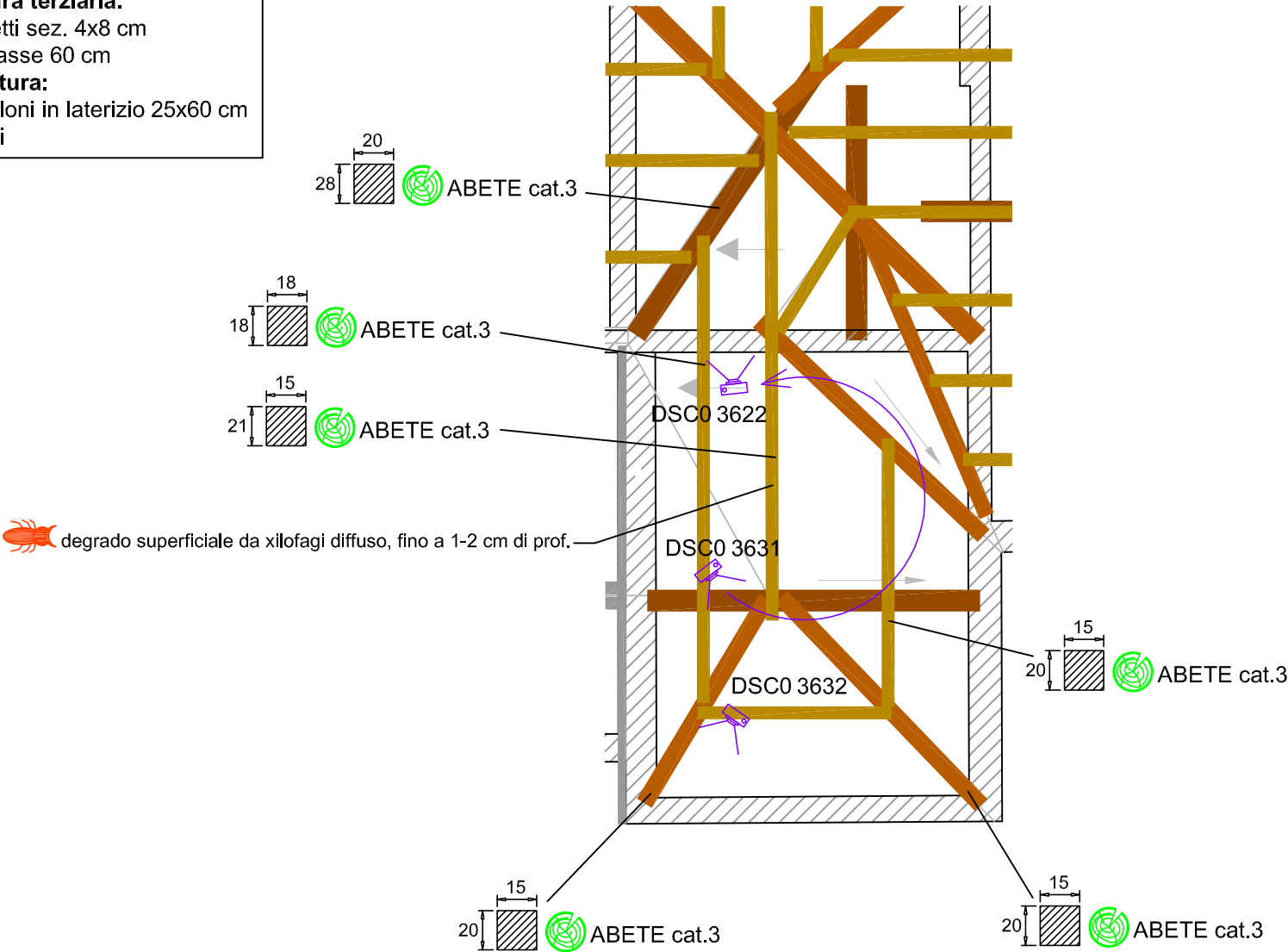


LEGENDA




-  prova di perforazione a 90° da intradosso trave
-  posizione di indagine
-  punto o elemento degradato
-  posizione con anomalie o precarietà



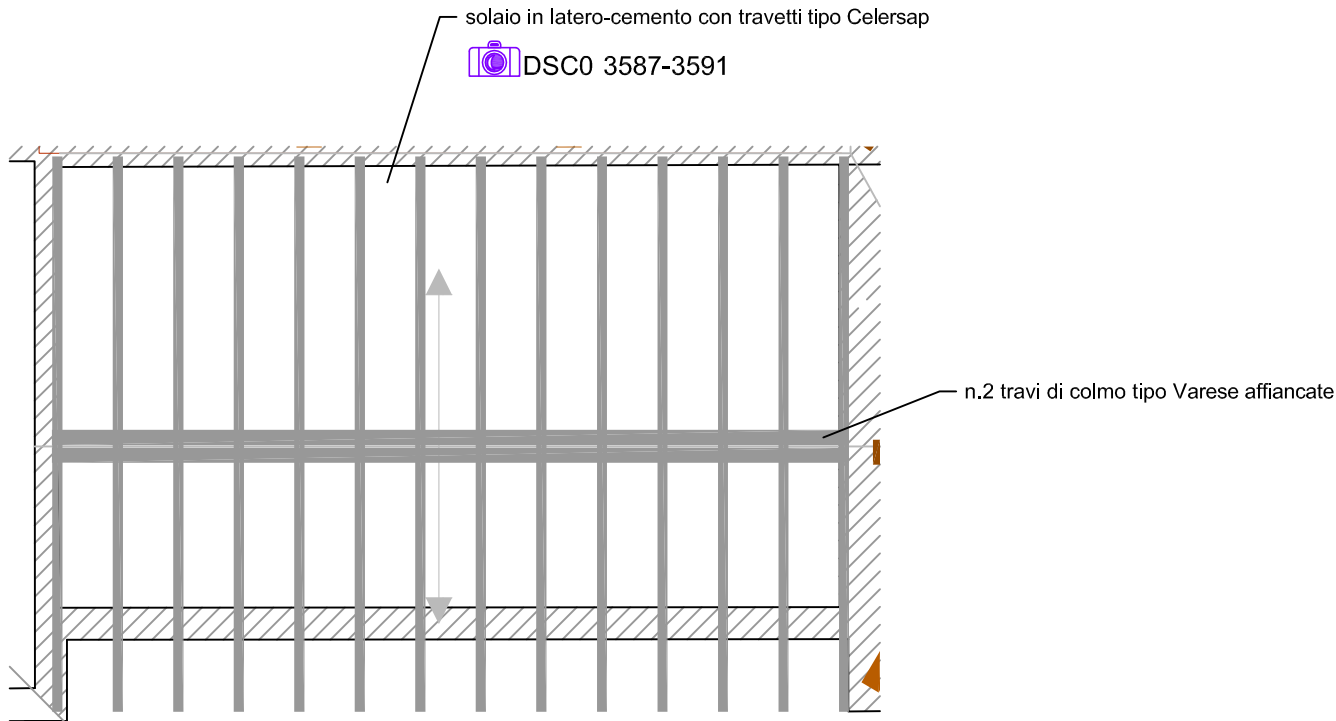
**orditura terziaria:**  
- travetti sez. 4x8 cm  
interasse 60 cm  
**copertura:**  
- tavelloni in laterizio 25x60 cm  
- coppi



LEGENDA

-  posizione di indagine
-  punto o elemento degradato
-  posizione con anomalie o precarietà








LEGENDA



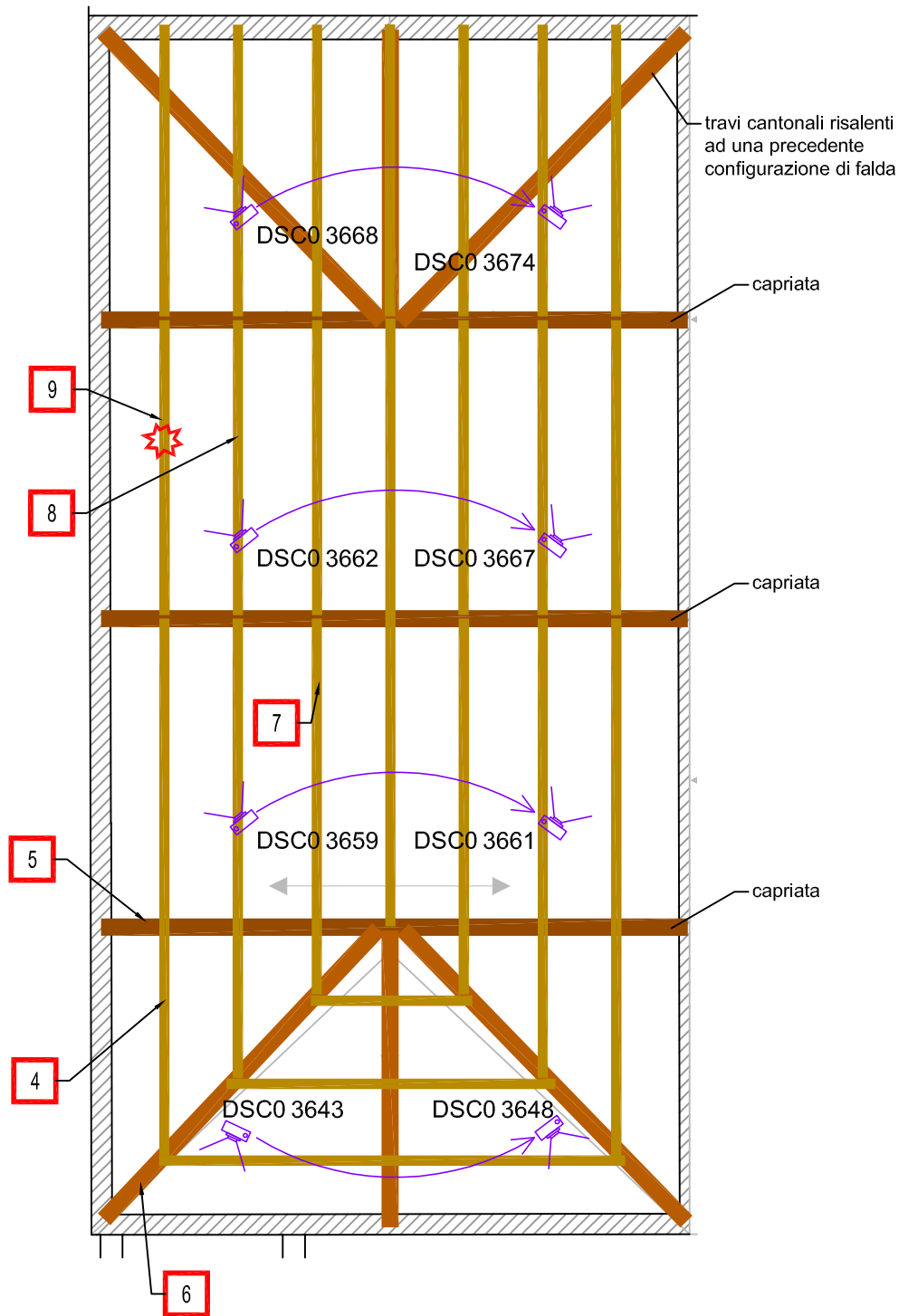
comm. 1747-18  
doc: 3  
tavola: 7

oggetto: indagini su strutture di copertura  
scheda: schema planimetrico della copertura zona D e zona I

-  posizione di indagine
-  punto o elemento degradato
-  posizione con anomalie o precarietà



- orditura terziaria:**
  - travetti sez. 4x8 cm
  - interasse 60 cm
- copertura:**
  - tavelloni in laterizio 25x60 cm
  - coppi



LEGENDA



comm. 1747-18  
doc: 3  
tavola: 8

oggetto: indagini su strutture lignee di copertura  
scheda: schema planimetrico della copertura zona E

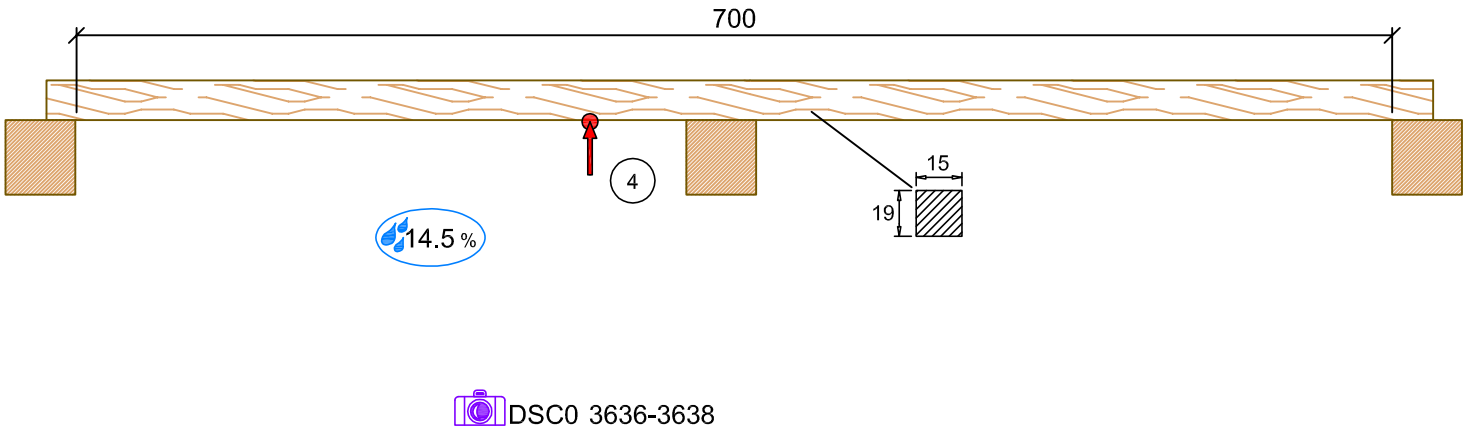
- posizione di indagine
- punto o elemento degradato
- posizione con anomalie o precarietà

Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 4 tipologia: *trave arcareccio*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza di degrado*

 EST



LEGENDA

-  fessurazione o lesione
-  xx.x % valore umidità relativa
-  numero immagine fotograf.
-  prova di perforazione a 45°
-  prova di perforazione a 90°
-  prova di perforazione a 90° da intradosso trave
-  indicazione specie legnosa
-  degrado da marcescenza
-  degrado da insetti xilofagi



comm. 1747-18  
doc: 3  
tavola: 9

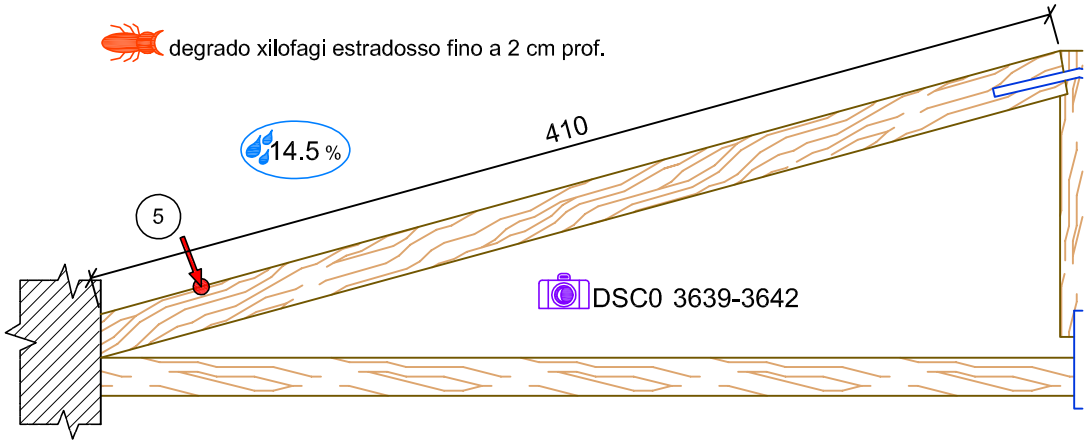
oggetto: indagini su strutture lignee di copertura  
scheda: trave 4

Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 5 tipologia: *puntone di capriata*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza di degrado*

EST



LEGENDA

-  fessurazione o lesione
-  xx.x % valore umidità relativa
-  numero immagine fotograf.
-  prova di perforazione a 45°
-  prova di perforazione a 90°
-  prova di perforazione a 90° da intradosso trave
-  indicazione specie legnosa
-  degrado da marcescenza
-  degrado da insetti xilofagi



comm. 1747-18  
doc: 3  
tavola: 10

oggetto: indagini su strutture lignee di copertura  
scheda: trave 5

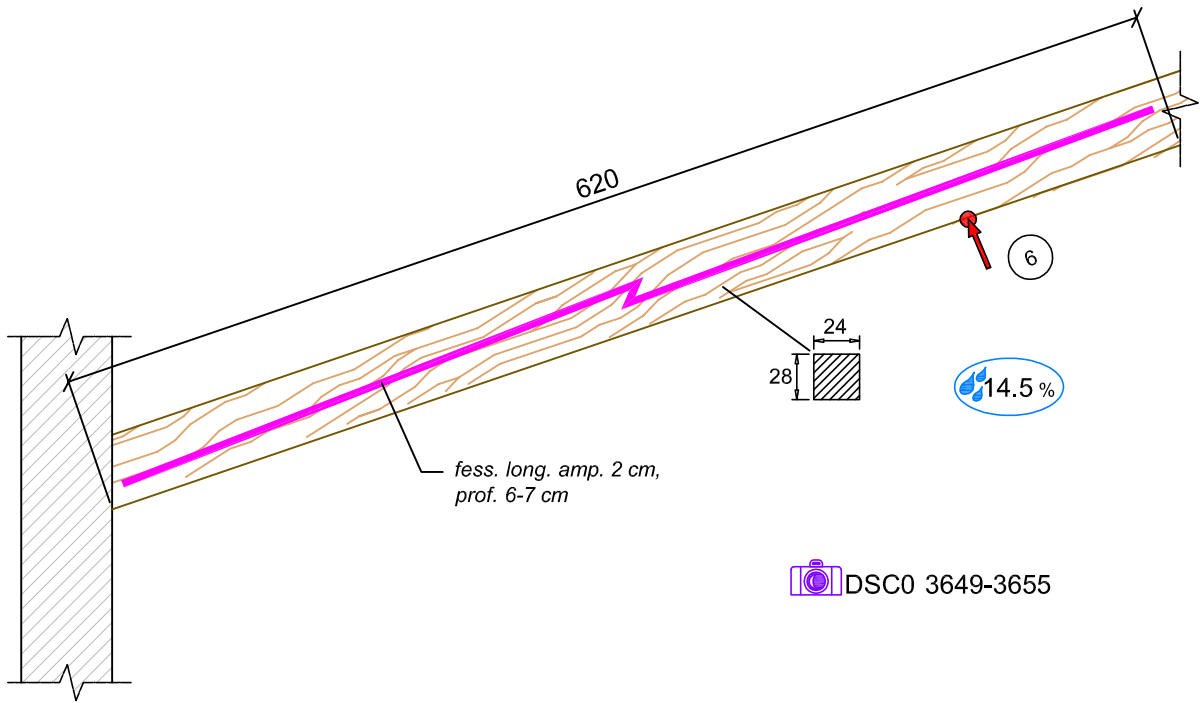


Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 6 tipologia: *trave cantonale*

classificazione secondo UNI 11119: 🌀 ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza di degrado*

EST

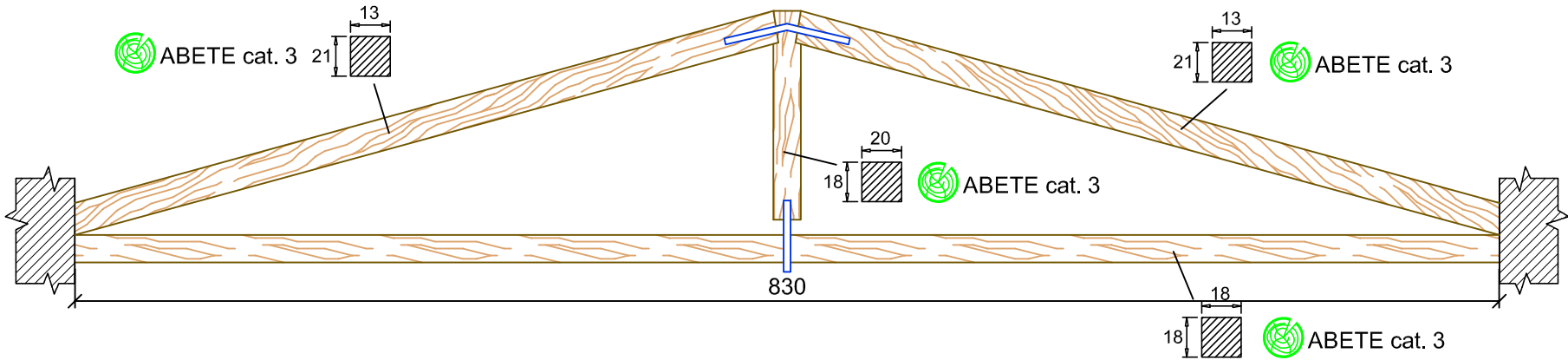


- LEGENDA
- ⚡ fessurazione o lesione
  - xx.x % valore umidità relativa
  - 📷 numero immagine fotograf.
  - ➡ prova di perforazione a 45°
  - prova di perforazione a 90°
  - ⬆ prova di perforazione a 90° da intradosso trave
  - X indicazione specie legnosa
  - ▬ degrado da marcescenza
  - 🐛 degrado da insetti xilofagi

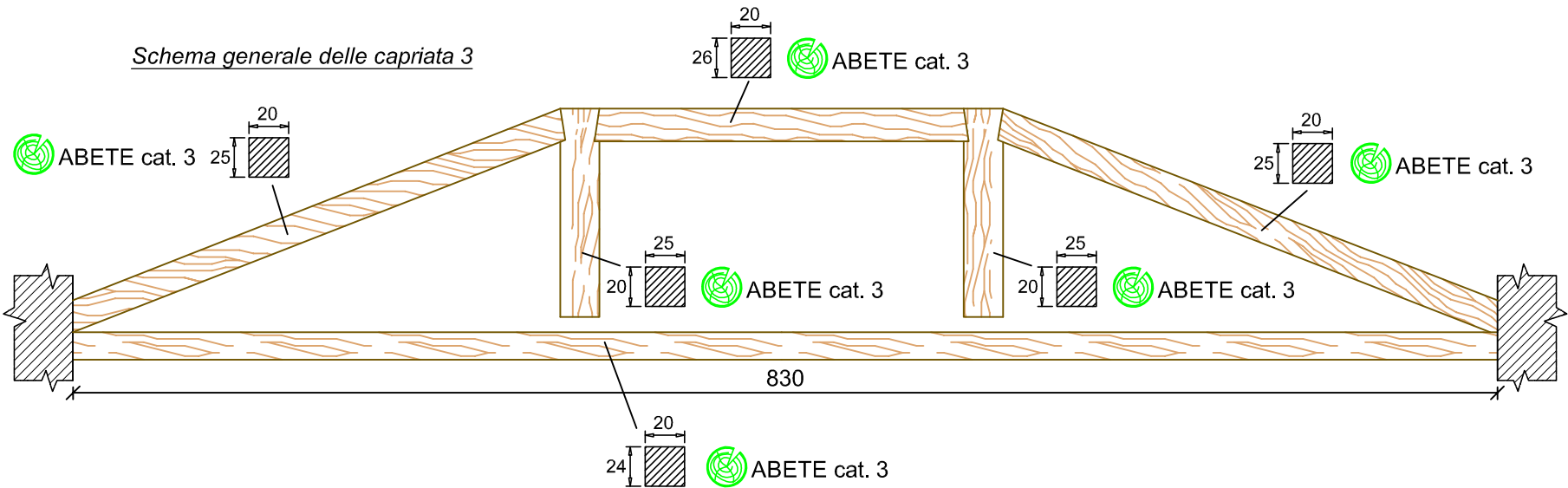
Schema delle capriate in zona E  
viste laterali




Schema generale delle capriate 1 e 2



Schema generale delle capriata 3



LEGENDA


 indicazione specie legnosa

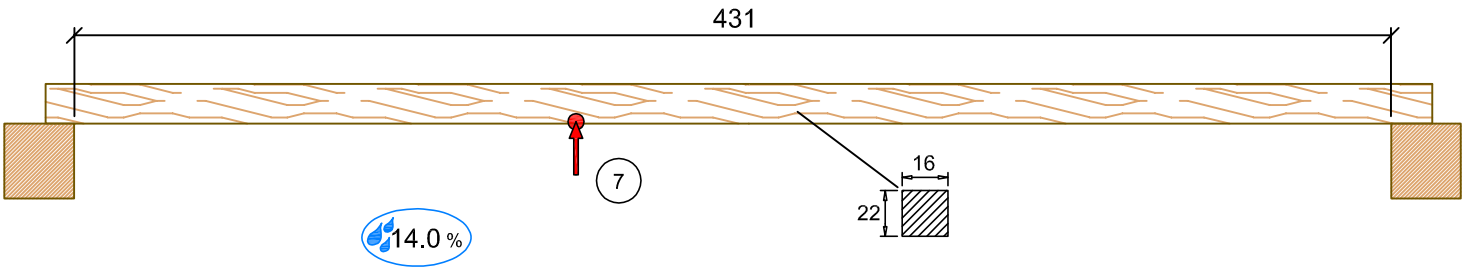
Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali


elemento 7 tipologia: *trave arcareccio*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza di degrado*

 NORD

 degrado xilofagi all'intradosso ed estradosso fino a 1-2 cm prof.



 DSC0 3656-3658

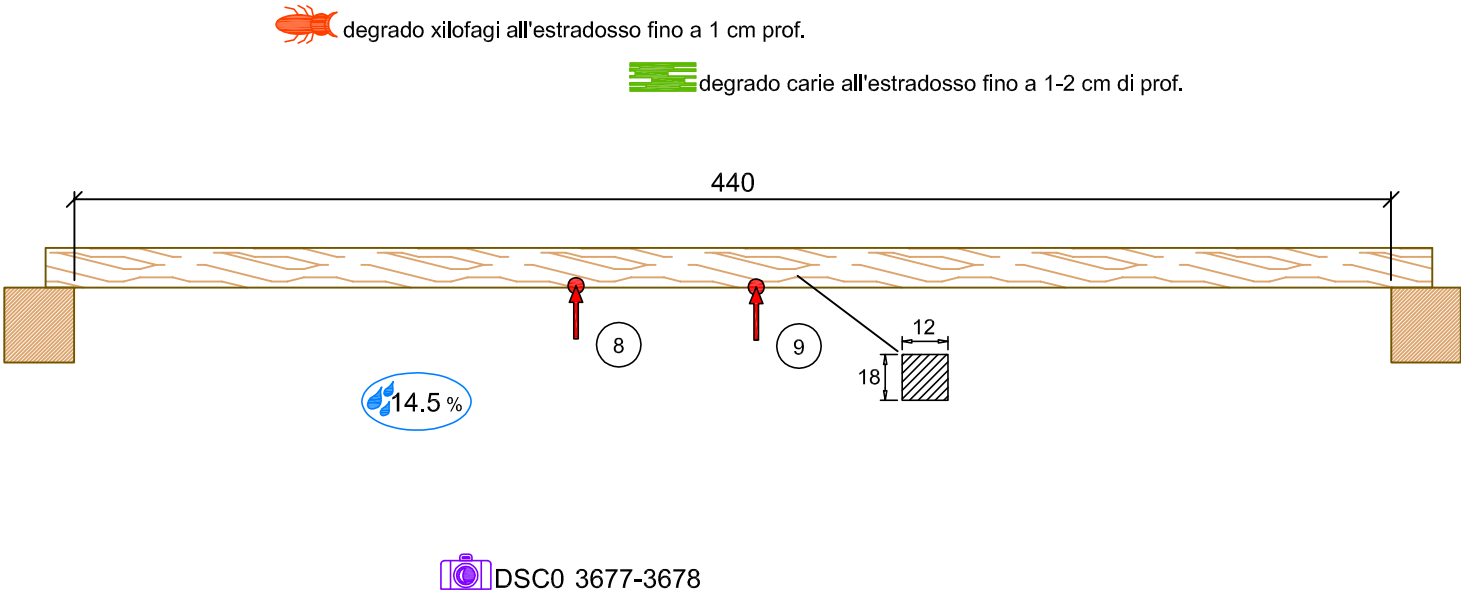
LEGENDA	
	fessurazione o lesione
	xx.x % valore umidità relativa
	numero immagine fotog.
	prova di perforazione a 45°
	prova di perforazione a 90°
	prova di perforazione a 90° da intradosso trave
	indicazione specie legnosa
	degrado da marcescenza
	degrado da insetti xilofagi

Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 8 tipologia: *trave arcareccio*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza di degrado*

 NORD



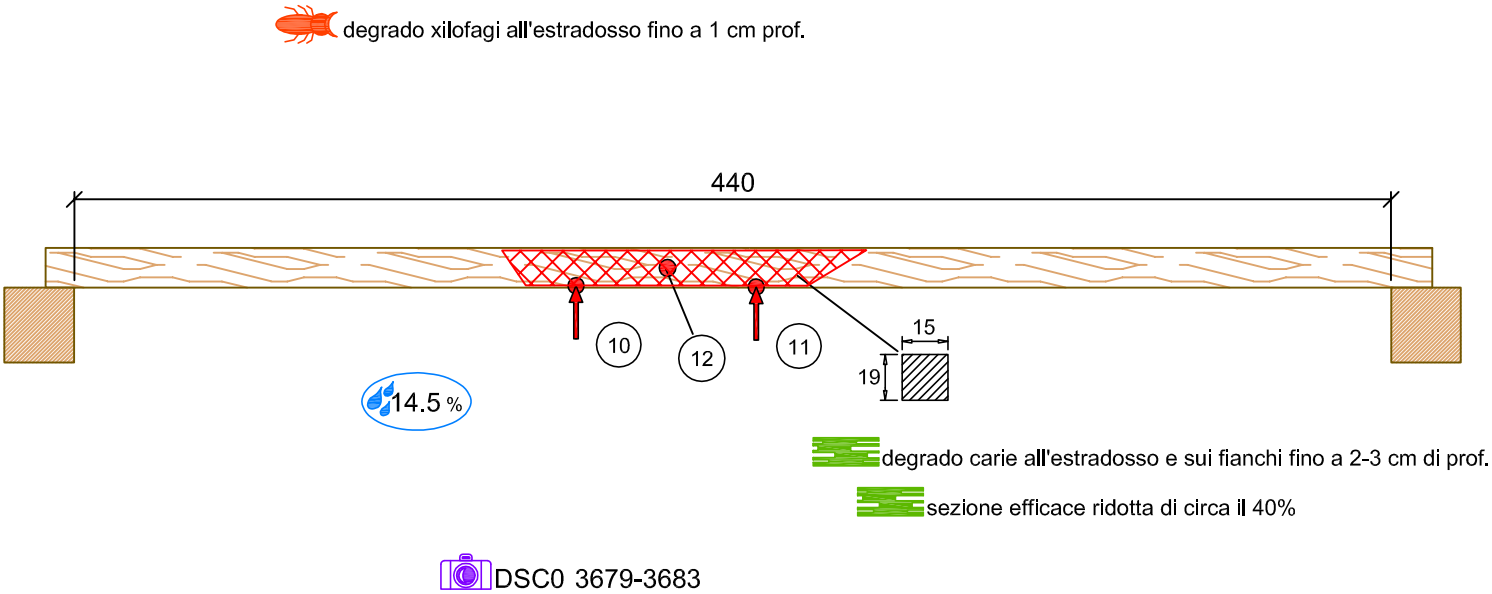
LEGENDA	
	fessurazione o lesione
	valore umidità relativa
	numero immagine fotograf.
	prova di perforazione a 45°
	prova di perforazione a 90°
	prova di perforazione a 90° da intradosso trave
	indicazione specie legnosa
	degrado da marcescenza
	degrado da insetti xilofagi

Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 9 tipologia: *trave arcareccio*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza di degrado*

 NORD



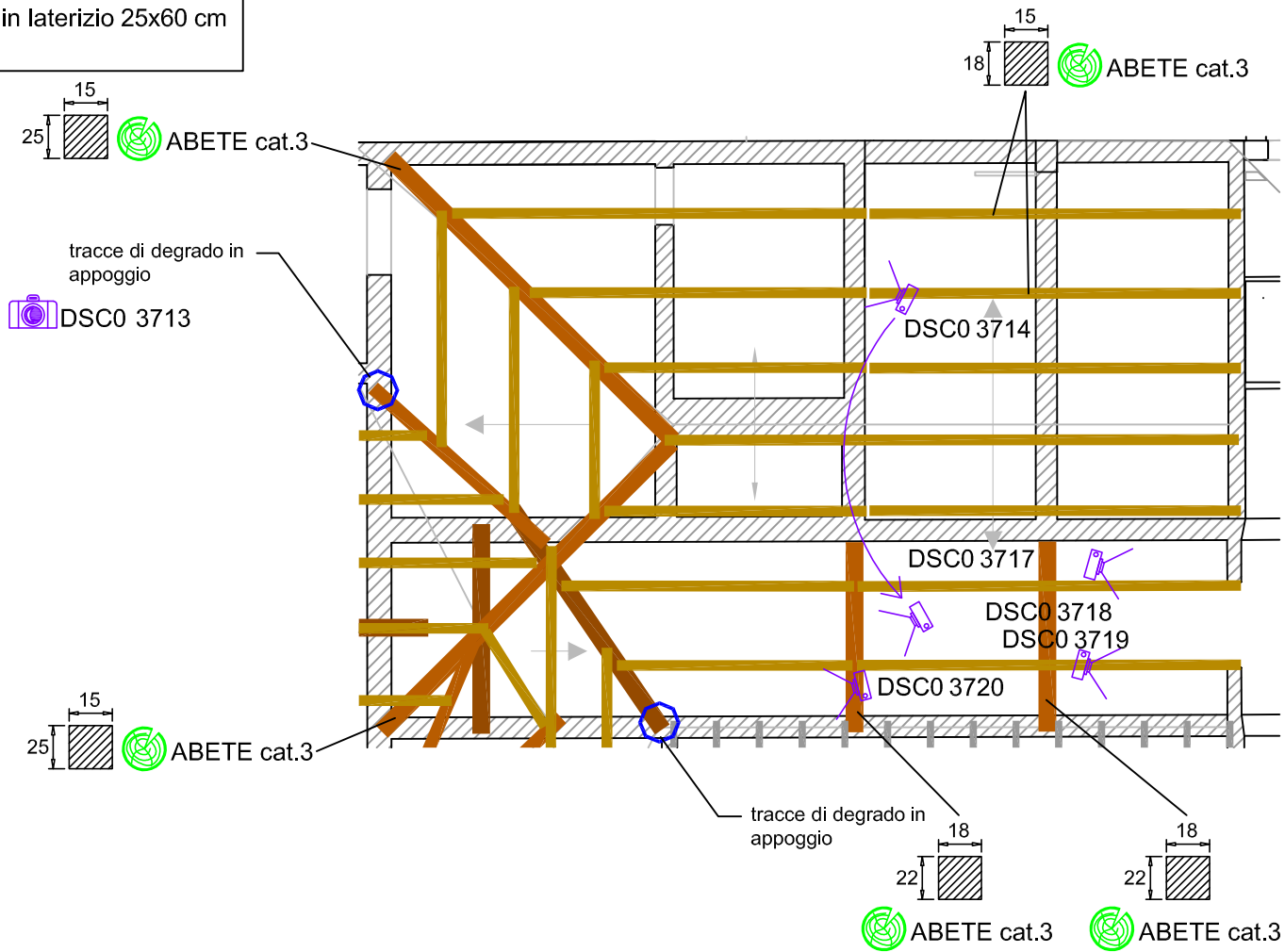
LEGENDA

-  fessurazione o lesione
-  valore umidità relativa
-  numero immagine fotog.
-  prova di perforazione a 45°
-  prova di perforazione a 90°
-  prova di perforazione a 90° da intradosso trave
-  indicazione specie legnosa
-  degrado da marcescenza
-  degrado da insetti xilofagi





**orditura terziaria:**  
- travetti sez. 4x8 cm  
interasse 60 cm  
**copertura:**  
- tavelloni in laterizio 25x60 cm  
- coppi

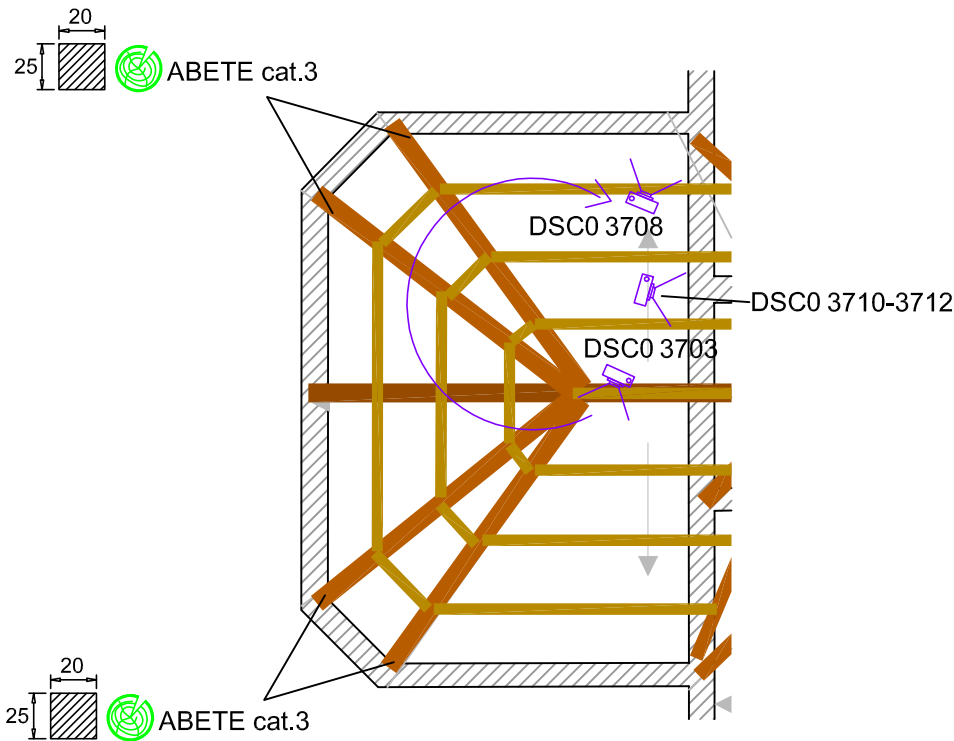


LEGENDA




- posizione di indagine
- punto o elemento degradato
- posizione con anomalie o precarietà



**orditura terziaria:**  
- travetti sez. 4x8 cm  
interasse 60 cm  
**copertura:**  
- tavelloni in laterizio 25x60 cm  
- coppi

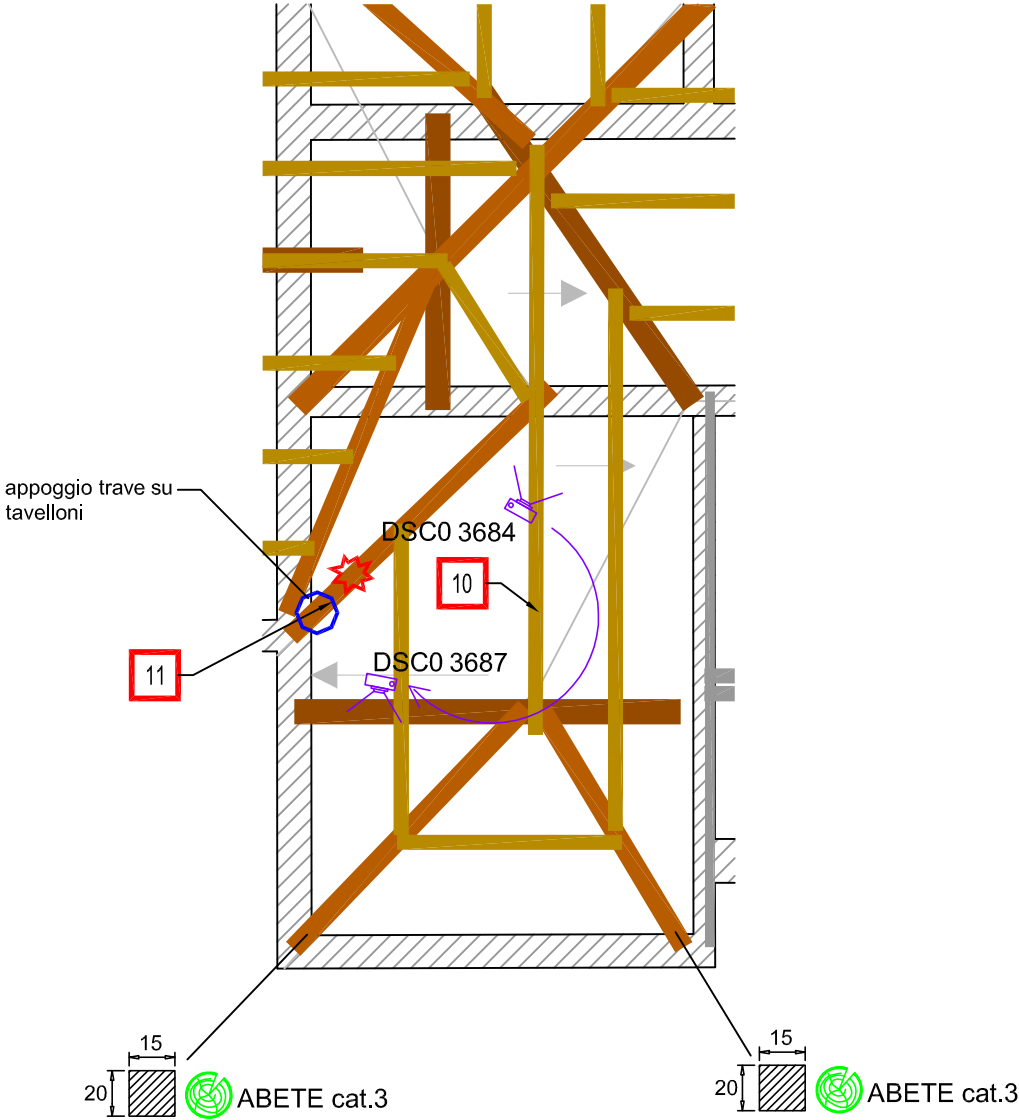


LEGENDA

-  posizione di indagine
-  punto o elemento degradato
-  posizione con anomalie o precarietà



- orditura terziaria:**
  - travetti sez. 4x8 cm
  - interasse 60 cm
- copertura:**
  - tavelloni in laterizio 25x60 cm
  - coppi




LEGENDA

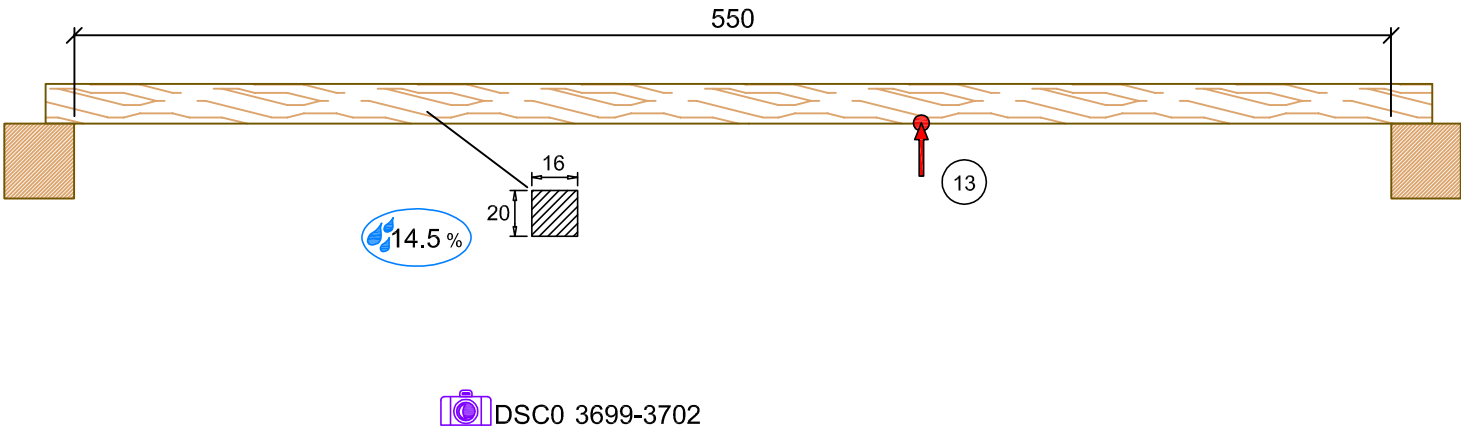
- posizione di indagine
- punto o elemento degradato
- posizione con anomalie o precarietà

Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 10 tipologia: *trave colmo*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi, nodi, fibra*

 SUD



LEGENDA

 fessurazione o lesione

 xx.x % valore umidità relativa

 numero immagine fotograf.

 prova di perforazione a 45°

 prova di perforazione a 90°

 prova di perforazione a 90° da intradosso trave

 indicazione specie legnosa

 degrado da marcescenza

 degrado da insetti xilofagi



comm. 1747-18  
doc: 3  
tavola: 19

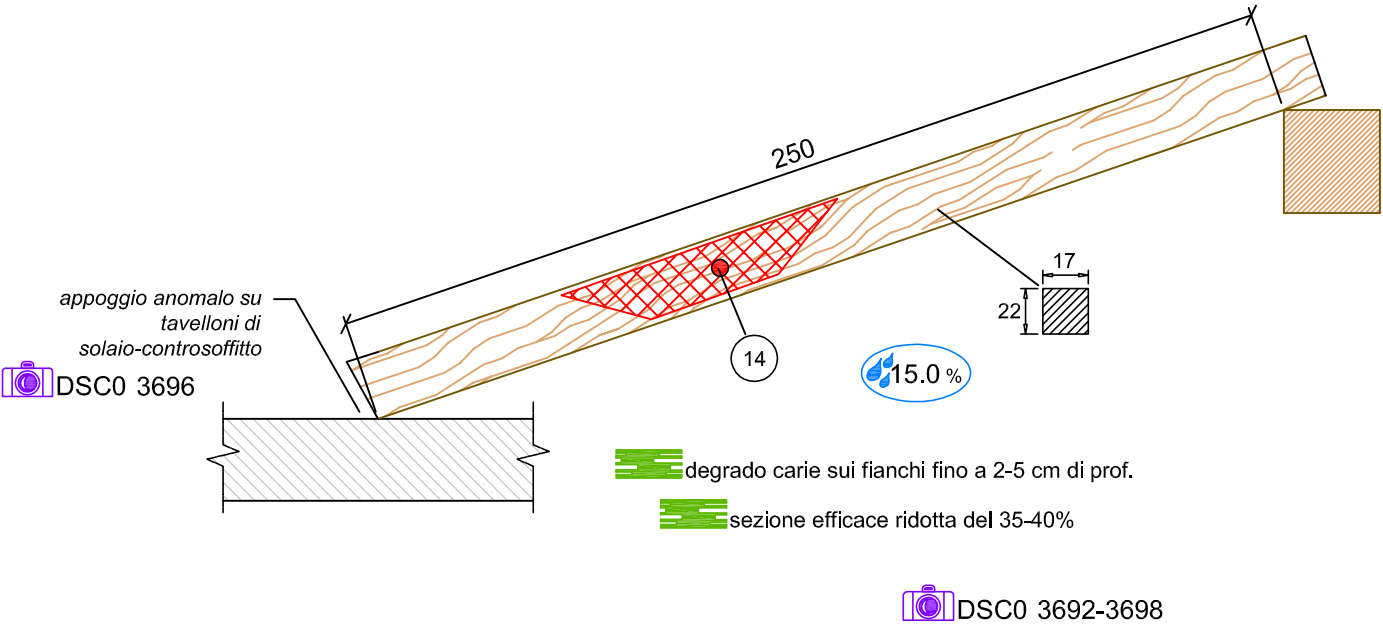
oggetto: indagini su strutture lignee di copertura  
scheda: trave 10

Schema degli elementi lignei indagati  
viste laterali

elemento 11 tipologia: *trave ord. principale*

classificazione secondo UNI 11119:  ABETE cat. 3 motivazione: *morfologia smussi e nodi, presenza di degrado*

EST



LEGENDA

-  fessurazione o lesione
-  xx.x % valore umidità relativa
-  numero immagine fotograf.
-  prova di perforazione a 45°
-  prova di perforazione a 90°
-  prova di perforazione a 90° da intradosso trave
-  X indicazione specie legnosa
-  degrado da marcescenza
-  degrado da insetti xilofagi



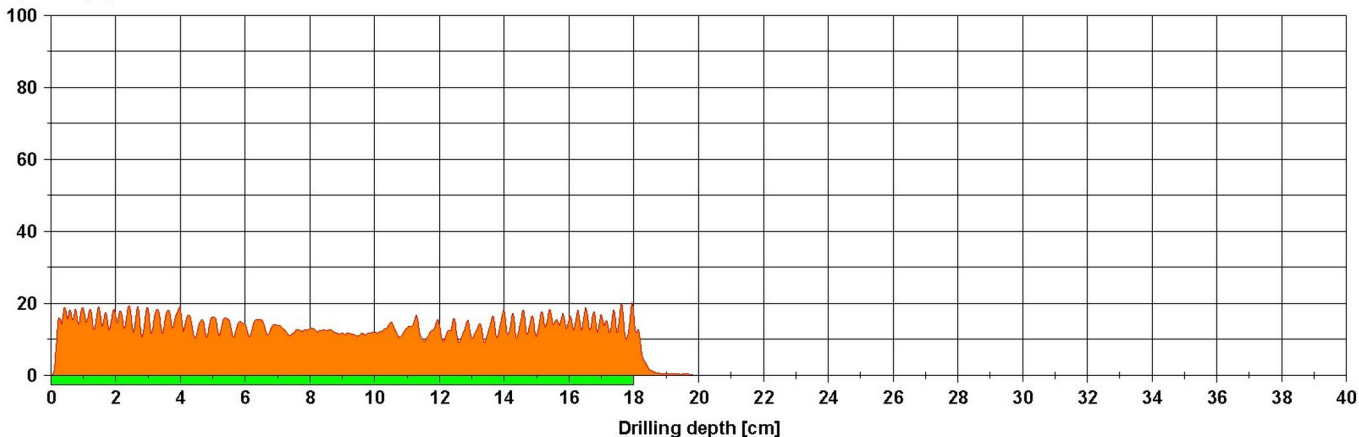
## **ALLEGATO 2**

### Diagrammi delle prove resistografiche eseguite

## Measuring / object data

Measurement no. : 1	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 19,82 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 127/317	Species :
Time : 10:37:30	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

<span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 18,0 cm : OK
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

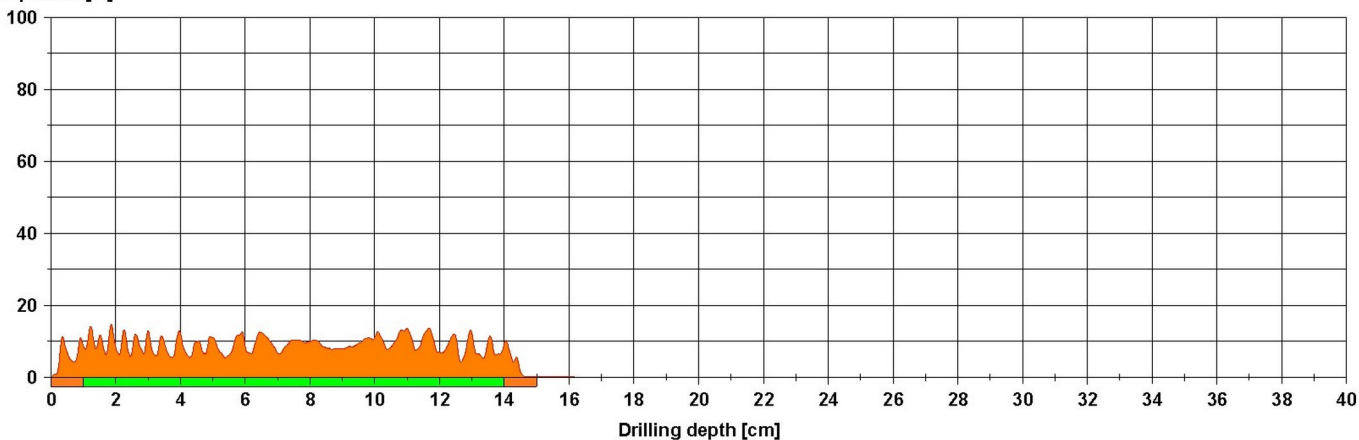
COMM. 1747  
trave 1  
assenti discontinuità da degrado

PROVA-RESI\_001.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 2	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 16,17 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 97/318	Species :
Time : 10:42:19	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 1,0 cm : DEGRADO XILOFAGI
<span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 1,0 cm to 14,0 cm : OK
<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 14,0 cm to 15,0 cm : DEGRADO XILOFAGI
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

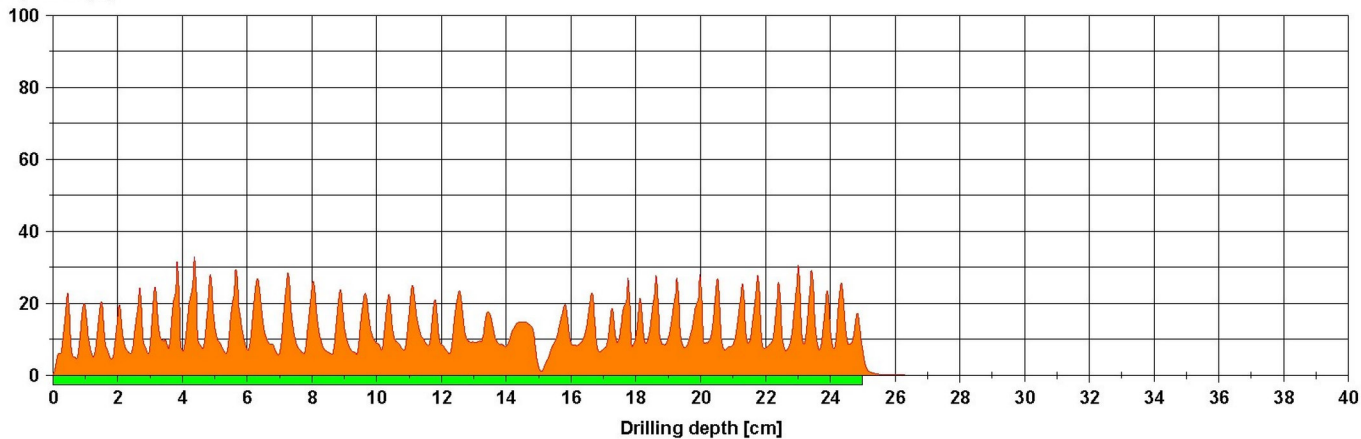
COMM. 1747  
trave 2  
degrado superficiale da xilofagi fino a 1-2 cm di profondità, diffuso su tutti i lati

PROVA-RESI\_002.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 3	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 26,30 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 132/318	Species :
Time : 14:26:49	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

<span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 25,0 cm : OK
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

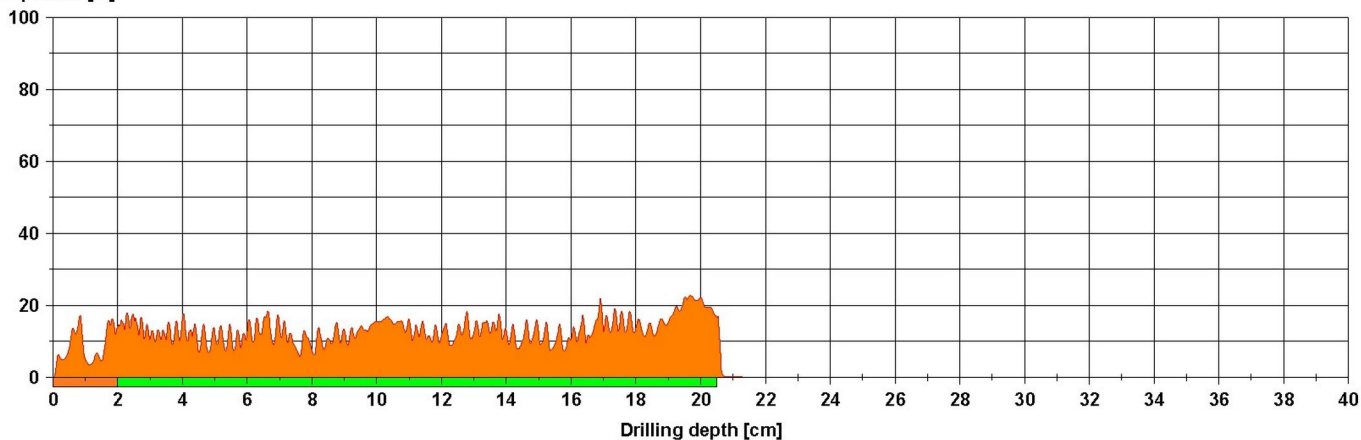
COMM. 1747  
trave catena 3  
assenti discontinuità da degrado

PROVA-RESI\_003.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 4	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 21,29 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 121/312	Species :
Time : 15:41:45	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 2,0 cm : DEGRADO XILOFAGI
<span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 2,0 cm to 20,5 cm : OK
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

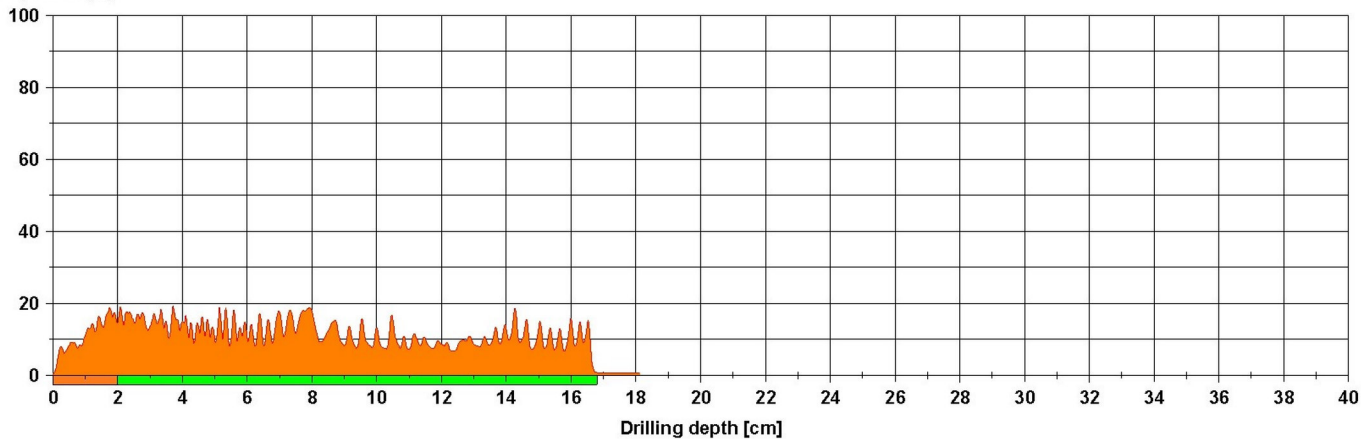
COMM. 1747  
trave 4  
degrado superficiale da xilofagi all'intradosso e  
sui fianchi, fino a profondità di 2 cm

PROVA-RESI\_004.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 5	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 18,11 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 89/315	Species :
Time : 15:49:02	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

From 0,0 cm to 2,0 cm : DEGRADO XILOFAGI
From 2,0 cm to 16,8 cm : OK
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

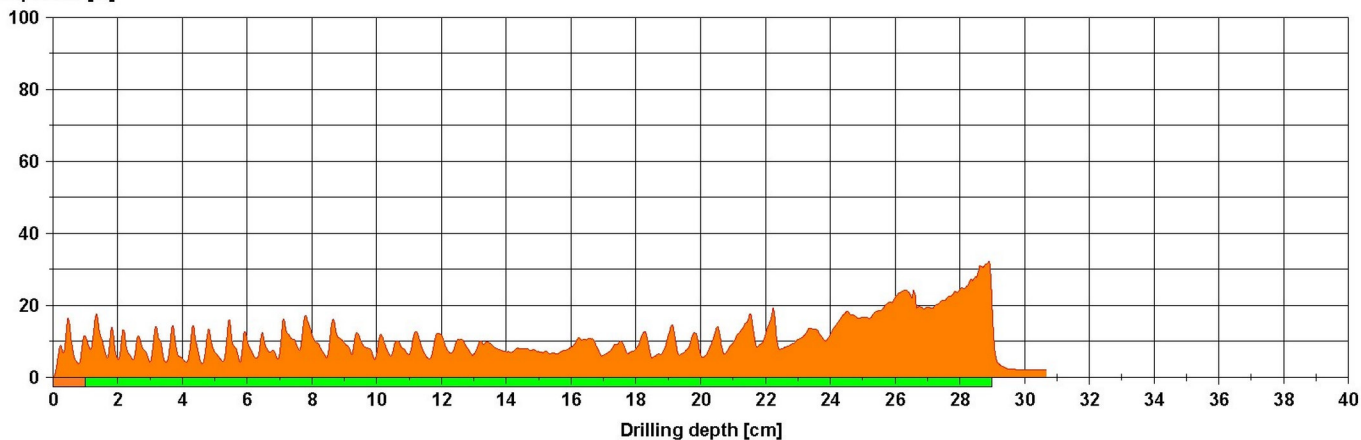
COMM. 1747  
trave 5  
degrado xilofagi all'estradosso fino a 2 cm prof.

PROVA-RESI\_005.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 6	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 30,66 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 110/301	Species :
Time : 16:03:39	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

From 0,0 cm to 1,0 cm : DEGRADO XILOFAGI
From 1,0 cm to 29,0 cm : OK
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

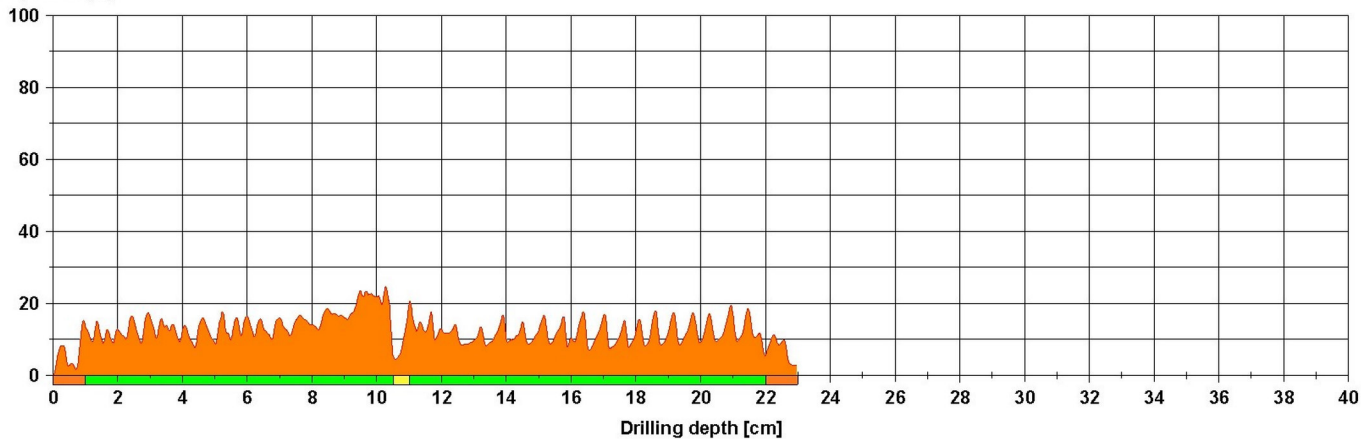
COMM. 1747  
trave 6  
degrado xilofagi all'estradosso fino a 1 cm di prof.  
assenti altre discontinuità significative

PROVA-RESI\_006.rgp

### Measuring / object data

Measurement no. : 7	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 22,95 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 100/296	Species :
Time : 16:13:12	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



### Assessment

From 0,0 cm to 1,0 cm : DEGRADO XILOFAGI
From 1,0 cm to 10,5 cm : OK
From 10,5 cm to 11,0 cm : DISCONTINUITA'
From 11,0 cm to 22,0 cm : OK
From 22,0 cm to 23,0 cm : DEGRADO XILOFAGI
From 0,0 cm to 0,0 cm :

### Comment

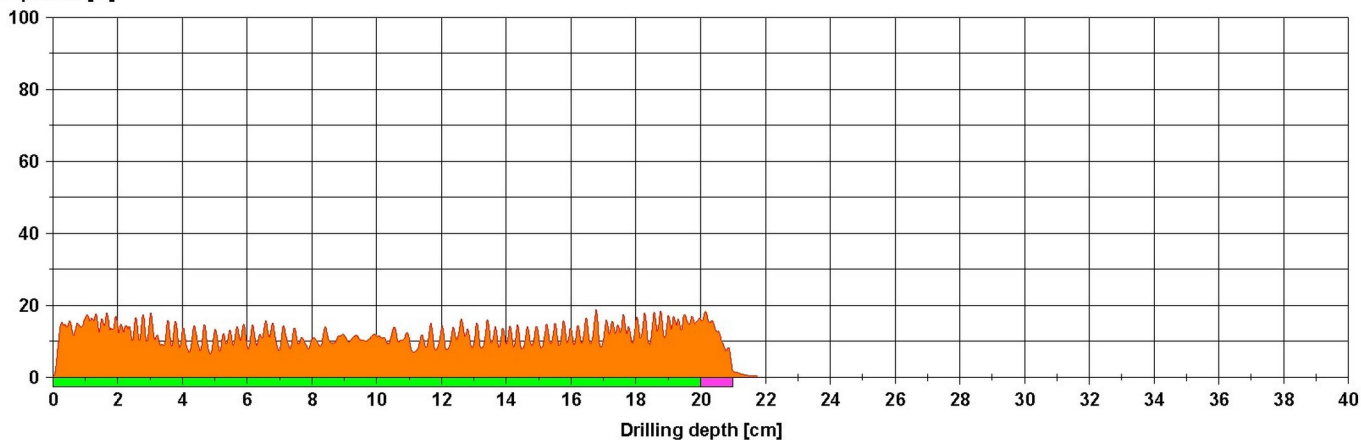
COMM. 1747  
trave 7  
degrado superficiale da xilofagi sia all'intradosso che all'estradosso, fino a 1-2 cm di prof., discontinuità interna dovuta a fessurazione

PROVA-RESI\_007.rgp

### Measuring / object data

Measurement no. : 8	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 21,74 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 98/290	Species :
Time : 16:25:30	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



### Assessment

From 0,0 cm to 20,0 cm : OK
From 20,0 cm to 21,0 cm : DEGRADO CARIE
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

### Comment

COMM. 1747  
trave 8  
degrado superficiale da carie all'estradosso, fino a 1-2 cm di prof.

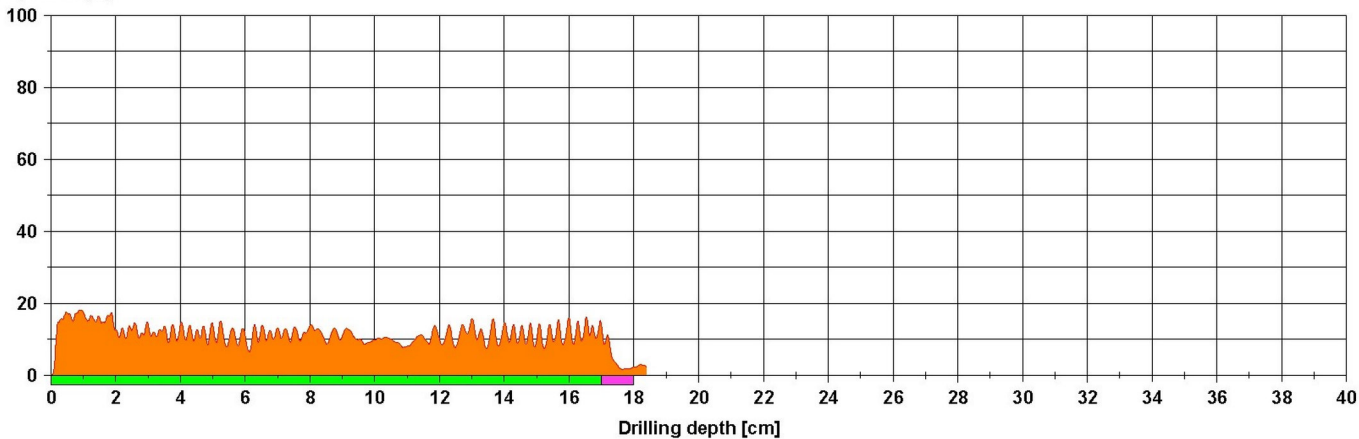
PROVA-RESI\_008.rgp



## Measuring / object data

Measurement no. : 9	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 18,39 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 96/288	Species :
Time : 16:26:11	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

From 0,0 cm to 17,0 cm : OK
From 17,0 cm to 18,0 cm : DEGRADO CARIE
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

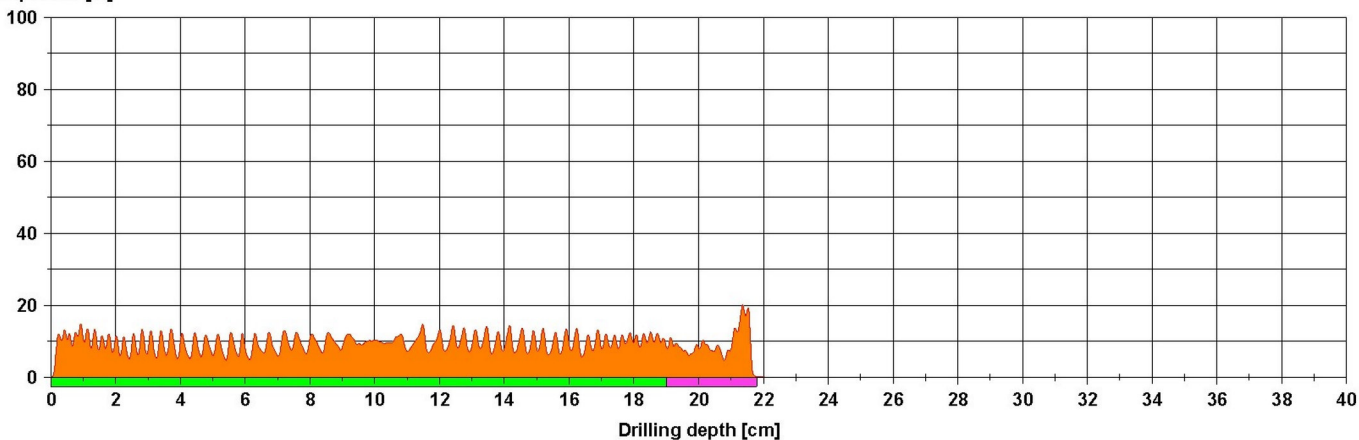
COMM. 1747  
trave 8  
degrado superficiale da carie all'estradosso, fino a 1-2 cm di prof., assenti altre discontinuità significative

PROVA-RESI\_009.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 10	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 22,03 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 95/288	Species :
Time : 16:30:15	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

From 0,0 cm to 19,0 cm : OK
From 19,0 cm to 21,8 cm : DEGRADO CARIE
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

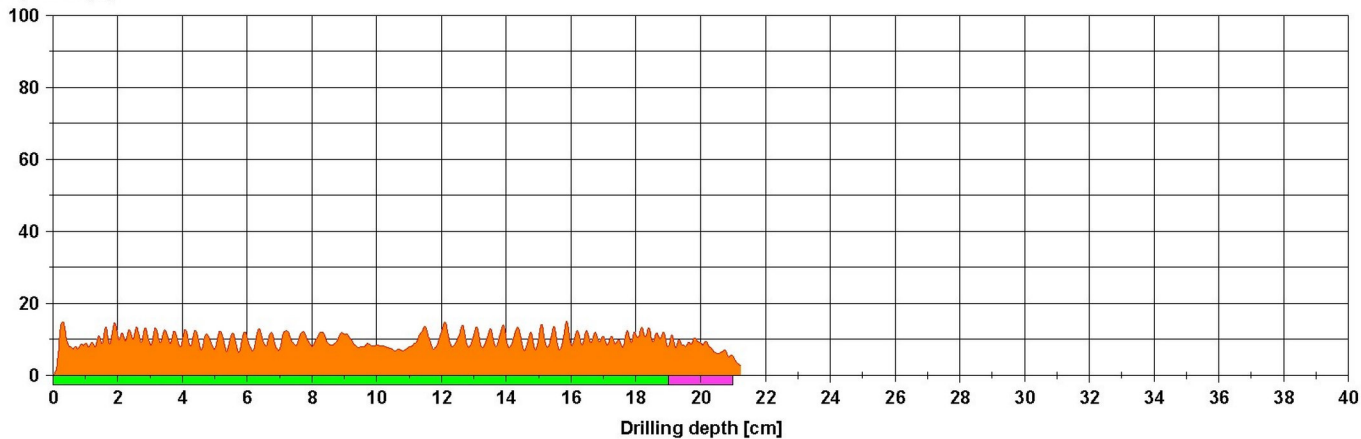
COMM. 1747  
trave 9  
degrado da carie all'estradosso, fino a 2-3 cm di prof.

PROVA-RESI\_010.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 11	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 21,23 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 95/287	Species :
Time : 16:30:57	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

From 0,0 cm to 19,0 cm : OK
From 19,0 cm to 21,0 cm : DEGRADO CARIE
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

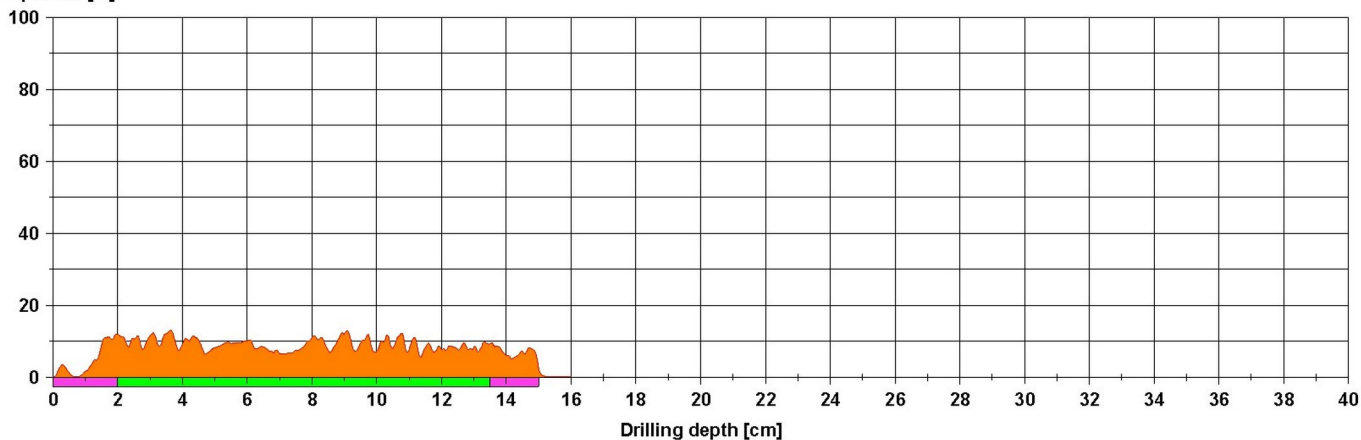
COMM. 1747  
trave 9  
degrado da carie all'estradosso, fino a 2-3 cm di prof.

PROVA-RESI\_011.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 12	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 16,00 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 66/296	Species :
Time : 16:34:14	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

From 0,0 cm to 2,0 cm : DEGRADO CARIE
From 2,0 cm to 13,5 cm : OK
From 13,5 cm to 15,0 cm : DEGRADO CARIE
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :
From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

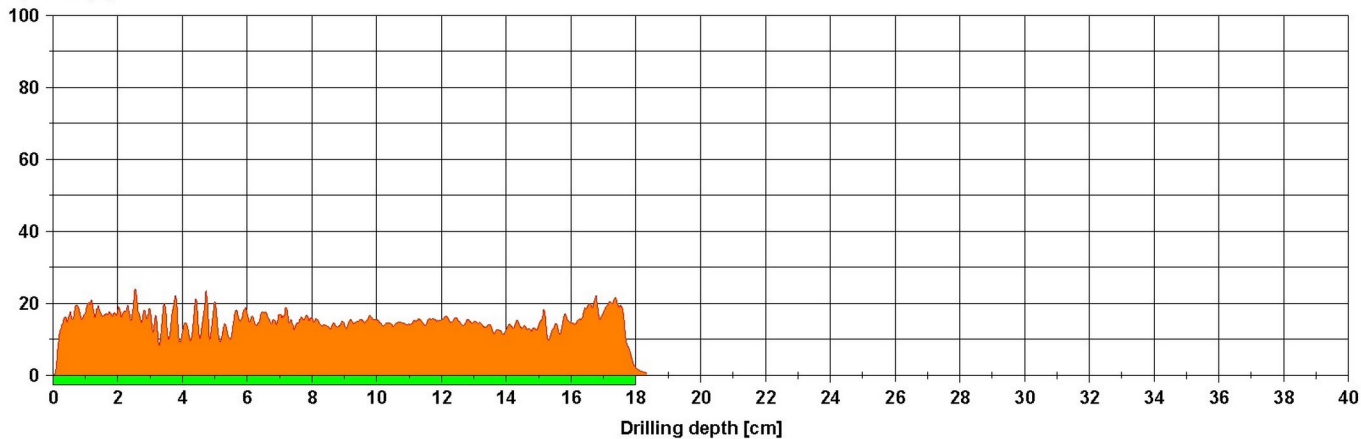
COMM. 1747  
trave 9  
degrado da carie sui fianchi, fino a 2-3 cm di prof.

PROVA-RESI\_012.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 13	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 18,33 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 122/294	Species :
Time : 17:03:29	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

<span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 18,0 cm : OK
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

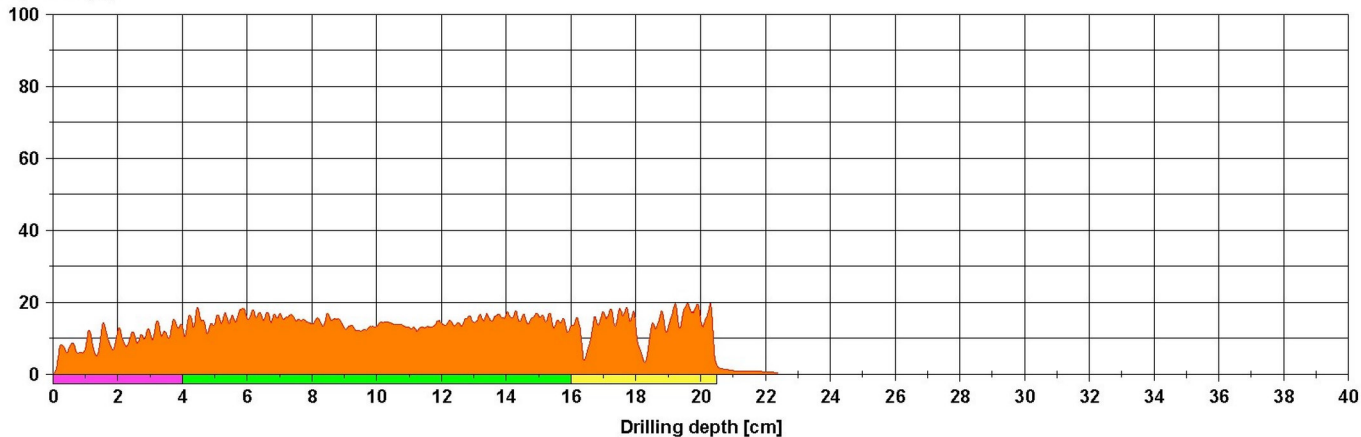
COMM. 1747  
trave 10  
assenti discontinuità significative

PROVA-RESI\_013.rgp

## Measuring / object data

Measurement no. : 14	Needle speed : 2500 r/min	Diameter :
ID number :	Needle state : ---	Level :
Drilling depth : 22,38 cm	Tilt : ---	Direction :
Date : 10.01.2019	Offset : 84/287	Species :
Time : 17:04:16	Avg. curve : off	Location :
Feed speed : 50 cm/min		Name :

Amplitude [%]



## Assessment

<span style="background-color: magenta; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 4,0 cm : DEGRADO CARIE
<span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 4,0 cm to 16,0 cm : OK
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 16,0 cm to 20,5 cm : DISCONTINUITA'
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	From 0,0 cm to 0,0 cm :

## Comment

COMM. 1747  
trave 11  
degrado da carie su ambo i lati, superficiale fino a prof. 3-5 cm, sezione ridotta del 35-40%

PROVA-RESI\_014.rgp

## **ALLEGATO 3**

### Documentazione fotografica





DSC03561.JPG



DSC03562.JPG



DSC03563.JPG



DSC03564.JPG



DSC03565.JPG



DSC03566.JPG



DSC03567.JPG



DSC03568.JPG





DSC03569.JPG



DSC03570.JPG



DSC03571.JPG



DSC03572.JPG



DSC03573.JPG



DSC03574.JPG



DSC03575.JPG



DSC03576.JPG





DSC03577.JPG



DSC03578.JPG



DSC03579.JPG



DSC03580.JPG



DSC03581.JPG



DSC03582.JPG



DSC03583.JPG



DSC03584.JPG





DSC03587.JPG



DSC03588.JPG



DSC03589.JPG



DSC03590.JPG



DSC03591.JPG



DSC03593.JPG



DSC03594.JPG



DSC03595.JPG





DSC03596.JPG



DSC03597.JPG



DSC03598.JPG



DSC03599.JPG



DSC03600.JPG



DSC03601.JPG



DSC03602.JPG



DSC03603.JPG





DSC03604.JPG



DSC03605.JPG



DSC03606.JPG



DSC03607.JPG



DSC03608.JPG



DSC03609.JPG



DSC03610.JPG



DSC03611.JPG





DSC03612.JPG



DSC03613.JPG



DSC03614.JPG



DSC03615.JPG



DSC03616.JPG



DSC03617.JPG



DSC03618.JPG



DSC03619.JPG





DSC03620.JPG



DSC03621.JPG



DSC03622.JPG



DSC03623.JPG



DSC03624.JPG



DSC03625.JPG



DSC03626.JPG



DSC03628.JPG





DSC03629.JPG



DSC03630.JPG



DSC03631.JPG



DSC03632.JPG



DSC03633.JPG



DSC03634.JPG



DSC03635.JPG



DSC03636.JPG





DSC03637.JPG



DSC03638.JPG



DSC03639.JPG



DSC03640.JPG



DSC03641.JPG



DSC03642.JPG



DSC03643.JPG



DSC03644.JPG





DSC03645.JPG



DSC03646.JPG



DSC03647.JPG



DSC03648.JPG



DSC03649.JPG



DSC03650.JPG



DSC03651.JPG



DSC03652.JPG





DSC03653.JPG



DSC03654.JPG



DSC03655.JPG



DSC03656.JPG



DSC03657.JPG



DSC03658.JPG



DSC03659.JPG



DSC03660.JPG





DSC03661.JPG



DSC03662.JPG



DSC03663.JPG



DSC03664.JPG



DSC03665.JPG



DSC03666.JPG



DSC03667.JPG



DSC03668.JPG





DSC03670.JPG



DSC03671.JPG



DSC03672.JPG



DSC03673.JPG



DSC03674.JPG



DSC03675.JPG



DSC03676.JPG



DSC03677.JPG





DSC03678.JPG



DSC03679.JPG



DSC03680.JPG



DSC03681.JPG



DSC03682.JPG



DSC03683.JPG



DSC03684.JPG



DSC03685.JPG





DSC03686.JPG



DSC03687.JPG



DSC03688.JPG



DSC03689.JPG



DSC03690.JPG



DSC03691.JPG



DSC03692.JPG



DSC03693.JPG





DSC03694.JPG



DSC03695.JPG



DSC03696.JPG



DSC03697.JPG



DSC03698.JPG



DSC03699.JPG



DSC03700.JPG



DSC03701.JPG





DSC03702.JPG



DSC03703.JPG



DSC03704.JPG



DSC03705.JPG



DSC03706.JPG



DSC03707.JPG

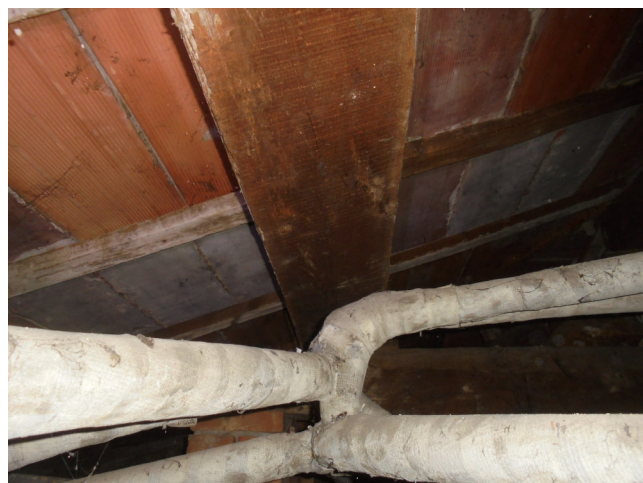


DSC03708.JPG



DSC03709.JPG





DSC03710.JPG



DSC03712.JPG



DSC03713.JPG



DSC03714.JPG



DSC03715.JPG



DSC03716.JPG



DSC03717.JPG



DSC03718.JPG





DSC03719.JPG



DSC03720.JPG



## Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale: via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy  
sede operativa: via Ascari 6 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy  
ufficio 0532.1673129 – fax +39.0532.473486 - mobile +39.320.6651813  
web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - mail: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it) - pecmail: [lifecert@pec.it](mailto:lifecert@pec.it)



Management  
System  
ISO 9001:2008

[www.tuv.com](http://www.tuv.com)  
ID 9105086584

### Committente

ING. MARCO BUOSO

### Oggetto

INDAGINI SPECIALISTICHE SULLE MURATURE PORTANTI DELL'OSPEDALE "FRATELLI BORSELLI" DI BONDENO



### Titolo

RAPPORTO CONCLUSIVO DI INDAGINE

Emesso:

ing. Marco Geminiani

Approvato:

Ing. Sergio Tralli

0822 - 2016	Doc5-Rapporto conclusivo	00	Revisione	10/10/2016	comm822-16-doc05-rev01-ospedale di bondeno
0822 - 2016	Doc5-Rapporto conclusivo	00	Prima emissione	28/09/2016	comm822-16-doc05-rev00-ospedale di bondeno
Commessa	Codice - Documento	Rev.	Motivazione	Data	Nome file

**INDICE**

1. PREMESSA .....	3
2. INDAGINI SULLE STRUTTURE IN MURATURA.....	4
3. PROVA DI MARTINETTO PIATTO SINGOLO E DOPPIO .....	5
4. RIEPILOGO RISULTATI.....	8
5. ELENCO ALLEGATI .....	8

**INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1: inquadramento generale e identificazione dell'ubicazione dell'area di cantiere .....	3
Figura 2: vista aerea con identificazione dell'edificio oggetto di indagine.....	3
Figura 3: identificazione dei corpi oggetto di indagine.....	4
Figura 4: vista della facciata principale dell'edificio indagato .....	4
Figura 5: preparazione della piazzola per l'esecuzione della prova – indagine ID 02 PIANO PRIMO.....	5
Figura 5 preparazione della piazzola per l'esecuzione della prova – indagine ID 02 PIANO TERRA .....	5
Figura 6: prova ASTM C 1197 – indagine ID 01 .....	5
Figura 6: prova ASTM C 1197 – indagine ID 02 PT.....	5
Figura 7: prova ASTM C 1197 – indagine ID 03 .....	7
Figura 8: misura degli spostamenti con deformometro millesimale – indagine ID 01 .....	7

# 1. Premessa

Su incarico della Committenza, **Ing. Marco Buoso**, la scrivente società ha eseguito una campagna di indagini specialistiche sulle strutture in muratura dell' Ospedale "Fratelli Borselli" sito a Bondeno (FE).

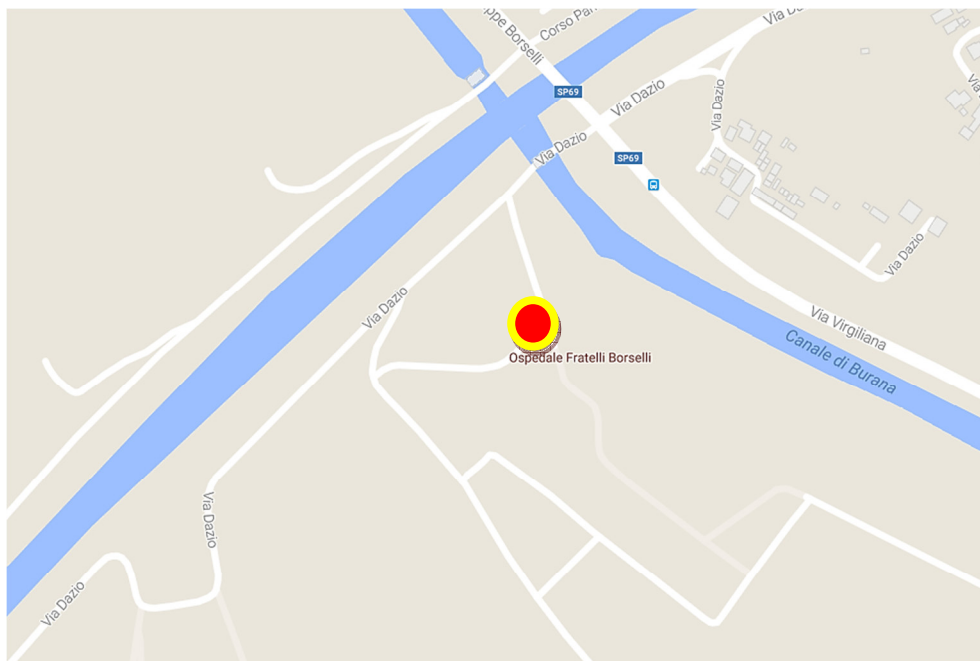


Figura 1: inquadramento generale e identificazione dell'ubicazione dell'area di cantiere



Figura 2: vista aerea con identificazione dell'edificio oggetto di indagine

La presente relazione tecnica descrive prevalentemente le fasi di lavoro svolto e riassume i risultati ottenuti. Per le modalità di esecuzione delle prove si rimanda alle relative normative di riferimento.



## 2. Indagini sulle strutture in muratura

La campagna di indagini sulle murature, pianificata in accordo con la Committenza, si è svolta in data 26 settembre 2016 dai tecnici della scrivente società.

Le attività eseguite in cantiere sulle strutture in muratura sono le seguenti:

- N.3 prove con martinetti piatti.

Per un corretto posizionamento dei punti d'indagine, suddivisi tra i corpi indicati in *Figura 3*, si deve far riferimento all'elaborato grafico contenuto nell'*Allegato 2* del presente documento.



Figura 3: identificazione dei corpi oggetto di indagine



Figura 4: vista della facciata principale dell'edificio indagato

### 3. Prova di martinetto piatto singolo e doppio

Sono state eseguite due prove di compressione in situ mediante martinetti piatti, ai punti d'indagine ID 01 e ID 03, secondo le disposizioni ASTM norme C1196 e C1197.

Al punto d'indagine ID 02, posizionato al piano primo dell'edificio, non è stato possibile eseguire la prova a causa della presenza massiccia di impianti sull'intera parete portante dell'edificio. Nello specifico la zona preparata precedentemente per l'esecuzione della prova, apparentemente libera da installazioni di vario genere, si è dimostrata interessata dal passaggio di una vecchia canna fumaria.

La prova con martinetti piatti è stata quindi eseguita al piano terra, sul medesimo maschio murario.

Le risultanze delle prove condotte sono riportate integralmente nei rapporti di prova dell'*Allegato 3* della presente relazione.

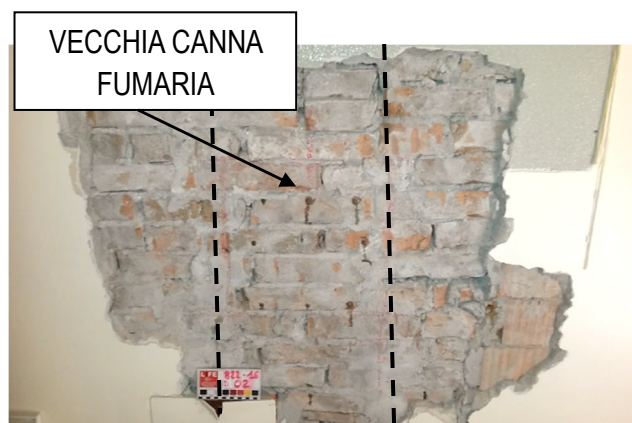


Figura 5: preparazione della piazzola per l'esecuzione della prova – indagine ID 02 PIANO PRIMO



Figura 6: preparazione della piazzola per l'esecuzione della prova – indagine ID 02 PIANO TERRA

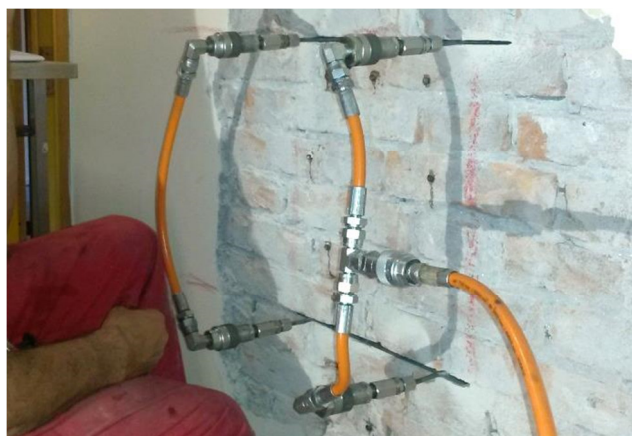


Figura 7: prova ASTM C 1197 – indagine ID 01



Figura 8: prova ASTM C 1197 – indagine ID 02 PT

E' una prova che si esegue in sito per la determinazione dei carichi verticali effettivamente agenti sull'elemento murario oggetto di indagine e il relativo carico limite a rottura. E' necessario eseguire uno o due intagli orizzontali, in corrispondenza di altrettanti corsi di malta, e perciò è possibile utilizzare questa tecnica di indagine solo su murature in mattoni o pietrame regolarmente squadrato.



Mediante questa metodologia di indagine, è possibile ricavare:

- Tensione di esercizio della muratura indagata
- Tensione di uscita dal campo elastico lineare
- Tensione di rottura
- Modulo di Young verticale
- Modulo di elasticità tangenziale
- Modulo di Poisson

La prova con martinetto piatto singolo ASTM C 1196 consiste nell'eseguire un taglio in un elemento strutturale per poi applicare sulle superfici di questo una pressione nota che porti al ripristino delle condizioni iniziali del corpo. Introducendo un martinetto piatto all'interno della fessura creata è possibile riportare i lembi della fenditura nelle condizioni iniziali. Dalla forza esercitata dal martinetto per ripristinare la situazione iniziale è possibile individuare lo stato tensionale originariamente presente nella muratura. La metodologia prevede anzitutto l'installazione delle basi di misura, formate da coppie di capisaldi, e successivamente si procede all'esecuzione del taglio. Inserito il martinetto piatto all'interno del taglio, esso viene portato gradualmente in pressione fino ad annullare la convergenza in precedenza misurata. In queste condizioni la pressione all'interno del martinetto sarà pari alla sollecitazione preesistente nella muratura, a meno di costanti che tengono conto del rapporto tra l'area del martinetto e quella del taglio praticato e di un coefficiente di rigidità del martinetto.

La tensione in sito vale

$$\sigma = p \cdot K_m \cdot K_a$$

con:

- $p$  pressione letta al manometro della pompa idraulica
- $K_a$  coefficiente che tiene conto del rapporto tra superficie del martinetto e superficie del taglio
- $K_m$  coefficiente che tiene conto della rigidità del martinetto

Successivamente alla prova con martinetto piatto singolo, è stato eseguito un secondo taglio ad una distanza di circa 40 cm dal precedente, in cui inserire un secondo martinetto piatto collegato in serie al primo.

I martinetti sono stati quindi collegati ad un'unica pompa oleodinamica per permettere la messa in pressione contemporanea del sistema. Il controllo delle pressioni in gioco avviene mediante lettura diretta sul manometro digitale collegato alla pompa stessa.

Mandando contemporaneamente in pressione i due martinetti si provoca uno stato di tensione monoassiale sulla porzione di muratura compresa fra di essi, riproducendo quindi una prova in condizioni simili a quelli di un test uniassiale convenzionale. La misura degli spostamenti è stata effettuata con deformometro millesimale, su basi di misura precedentemente installate nella zona compresa tra i due martinetti. La prova è stata impostata su vari cicli di carico-scarico, fino al raggiungimento di pressioni molto superiori a quelle iniziali, in modo di ottenere indicazioni sulle caratteristiche di resistenza a collasso della muratura.



Figura 9: prova ASTM C 1197 – indagine ID 03



Figura 10: misura degli spostamenti con deformometro millesimale – indagine ID 01

Il rapporto tra la tensione limite, così determinata, e il valore della tensione d'esercizio, individuata con la prova del martinetto piatto singolo, fornisce un coefficiente di sicurezza relativo al maschio murario in esame.

La pressione impressa dai due martinetti alla muratura è pari a :

$$\sigma = p \cdot K_m \cdot \frac{A_m}{A_t}$$

- $p$  pressione letta al manometro della pompa idraulica
- $K_m$  valore medio dei due coefficiente di taratura dei martinetti
- $A_m$  area del martinetto
- $A_t$  valore medio delle due aree di taglio.

Il modulo elastico verticale si ottiene dal rapporto:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_v}$$

in cui  $\varepsilon_v$  è la deformazione misurata in corrispondenza dell'asse di sollecitazione mediano tra i due martinetti.

## 4. Riepilogo risultati

Di seguito si riportano in forma di tabella le risultanze numeriche della campagna di indagine, ricavate sia da prove eseguite in situ:

PUNTO DI INDAGINE ID 01			
tensione di esercizio misurata con martinetto singolo:	0,30	MPa	da prove in situ
tensione di uscita dal campo elastico lineare:	1,30	MPa	
tensione di rottura:	2,27	MPa	
modulo Young verticale:	1625	MPa	
PUNTO DI INDAGINE ID 03			
tensione di esercizio misurata con martinetto singolo:	0,36	MPa	da prove in situ
tensione di uscita dal campo elastico lineare:	1,46	MPa	
tensione di rottura:	2,27	MPa	
modulo Young verticale:	2156	MPa	
PUNTO DI INDAGINE ID 02 PT			
tensione di esercizio misurata con martinetto singolo:	0,43	MPa	da prove in situ
tensione di uscita dal campo elastico lineare:	1,78	MPa	
tensione di rottura:	--	MPa	
modulo Young verticale:	1319	MPa	

## 5. Elenco allegati

<i>Allegato 1</i>	Schede tecniche strumentazione
<i>Allegato 2</i>	Elaborati grafici
<i>Allegato 3</i>	Rapporti di prova: prove con martinetti piatti



# **ALLEGATO 1**

## Schede tecniche strumentazione

## Serie Martinetti Piatti

### DESCRIZIONE

L'utilizzo della metodologia di indagine dei martinetti piatti è legato alla necessità di valutare la qualità delle strutture in muratura e quindi determinare le caratteristiche meccaniche della stessa.

Le notevoli difficoltà che si incontrano nel prelievo di campioni rappresentativi ed indisturbati dalle murature ha contribuito allo sviluppo di metodologie e strumentazioni innovative e sempre più affidabili.

I martinetti, realizzati e verificati presso il centro di produzione DRC, garantiscono affidabilità e qualità.

Prodotti nelle diverse forme e dimensioni a seconda del loro specifico utilizzo, questi martinetti possono essere realizzati anche su specifiche del cliente qualora le condizioni di prova lo rendano necessario.

Spessori della lamiera, tipologia di saldatura, caratteristiche degli innesti possono essere accordate con il cliente.



### CARATTERISTICHE

Realizzati in lega vengono tagliati al laser e saldati a filo. Le diverse famiglie di martinetti DRC garantiscono delle prestazioni in termini di deformazione estremamente elevate associate ad una notevole resistenza agli urti.

L'utilizzo di componenti standard permette ai martinetti piatti prodotti dalla DRC di essere applicati a tutti i tipi di unità di pressurizzazione rendendoli unici e universali.

### STANDARDS

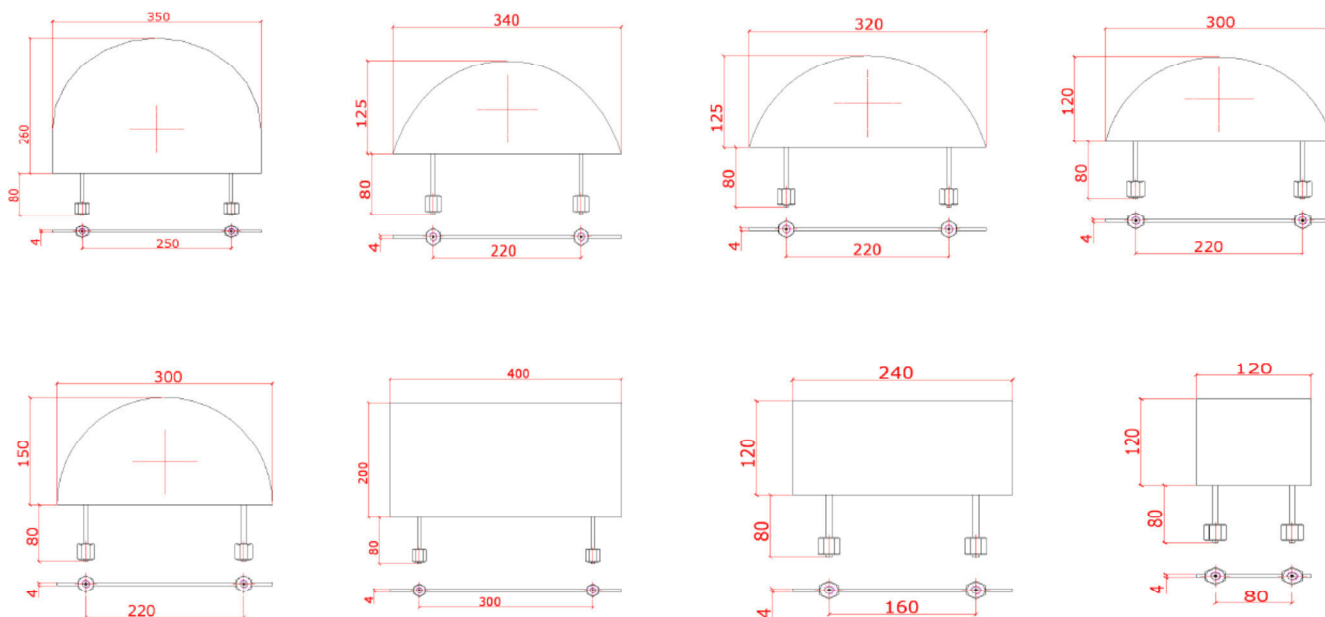
- ASTM D4729 - 08 Standard Test Method for In Situ Stress and Modulus of Deformation Using Flatjack Method
- ASTM C1196 - 09 Standard Test Method for In Situ Compressive Stress Within Solid Unit Masonry Estimated Using Flatjack Measurements
- ASTM C1197 - 09 Standard Test Method for In Situ Measurement of Masonry Deformability Properties Using the Flatjack Method

### CAMPO DI APPLICAZIONE

Il campo di applicazione della metodologia con i martinetti piatti è rivolto soprattutto alla valutazione delle seguenti proprietà:

- Stima dello stato tensionale della struttura muraria — Martinetto Singolo
- Stima delle caratteristiche meccaniche di un campione rappresentativo della struttura in muratura e determinazione del modulo di elasticità - Martinetto Doppio
- Tensioni di esercizio strutture in calcestruzzo, volte, gallerie.

### Specifiche Tecniche Martinetti Piatti



## Deformometro Meccanico MGM250

### DESCRIZIONE

Il deformometro meccanico MGM250, noto anche come estensimetro rimovibile, è uno strumento di misura adatto per valutare variazioni di ampiezza (spostamento relativo) fra due punti, con ordine di grandezza del millesimo di millimetro.

Questo strumento, forte della sua affidabilità e ripetibilità delle misure, trova la sua maggiore applicazione nelle operazioni di monitoraggio dei quadri fessurativi o nelle prove di deformabilità con l'impiego di martinetti piatti. Possiamo trovare deformometri di tipo meccanico o di tipo elettronico, a seconda del trasduttore che viene impiegato per la misura.

### CARATTERISTICHE

Il deformometro MGM è costituito da una barra o tubo metallico alla cui estremità sono montati due perni, ortogonali all'asse principale del tubo, muniti di punte coniche. Uno di questi perni è fisso, mentre l'altro, montato su dispositivo di scorrimento meccanico, è libero di oscillare lungo l'asse principale dello strumento, con corse che variano tra i  $\pm 2.5$  e  $\pm 5$  mm (DL=L1-L0).

Requisito indispensabile del deformometro è quella di non permettere alla testina conica mobile, oscillazioni anche minime, che non siano lungo l'asse di scorrimento principale, in quanto lo spostamento relativo tra i due punti (capisaldi) sarebbe influenzato rendendo non affidabile la misura rilevata. Altra caratteristica importante dello strumento, e principalmente dei suoi accessori quale dima di posizionamento e di verifica, è che vengano realizzati in materiale, acciai, con basso coefficiente di dilatazione termica.

Il deformometro meccanico MGM può essere realizzato per misurare spostamenti tra due punti con interesse variabile tra i 150mm sino a 2000mm.

Lo spostamento tra le testine coniche del deformometro, posizionato nelle incisioni presenti nei caposaldi, coincide con lo spostamento stesso delle basette, e viene misurato dal comparatore presente nello strumento con sensibilità del millesimo di millimetro [0.001mm o 0.002mm].

### CAMPO DI APPLICAZIONE

Il campo di applicazione del deformometro meccanico MGM, grazie all'elevata ripetibilità e sensibilità viene utilizzato per le seguenti applicazioni:

- Monitoraggio dei quadri fessurativi
- Misura dei spostamenti relativi fra capisaldi applicati agli elementi strutturali
- Misura degli spostamenti nelle indagini mediante martinetti piatti

## Specifiche Tecniche Deformometro Meccanico MGM250

### Meccaniche

- Corpo esterno: Acciaio INOX303
- Componente Interno: Acciaio INOX 303 Alluminio 11S
- Dima Azzeramento: INVAR
- Dima Posizionamento: Alluminio 11S

### Fisiche

- Dimensioni : 270x 5 x 10 cm
- Peso: 0,9 Kg
- Imballo : 40 x 35 x 16

### Prestazioni

- Sistema Lettura: Comparatore Digitale
- Sensibilità: 0,001 mm serie MM e 0,01 serie CM
- Ripetibilità: 0,001mm e 0,01mm

### KIT Deformometro – MGM 250 Accessori

- Supporto Deformometrico MGM
- Comparatore Analogico o Digitale
- Dima di azzeramento
- Dima di Posizionamento
- Confezione 50pcs caposaldi
- Manuale operativo
- Chiave di supporto
- Custodia rigida trasporto



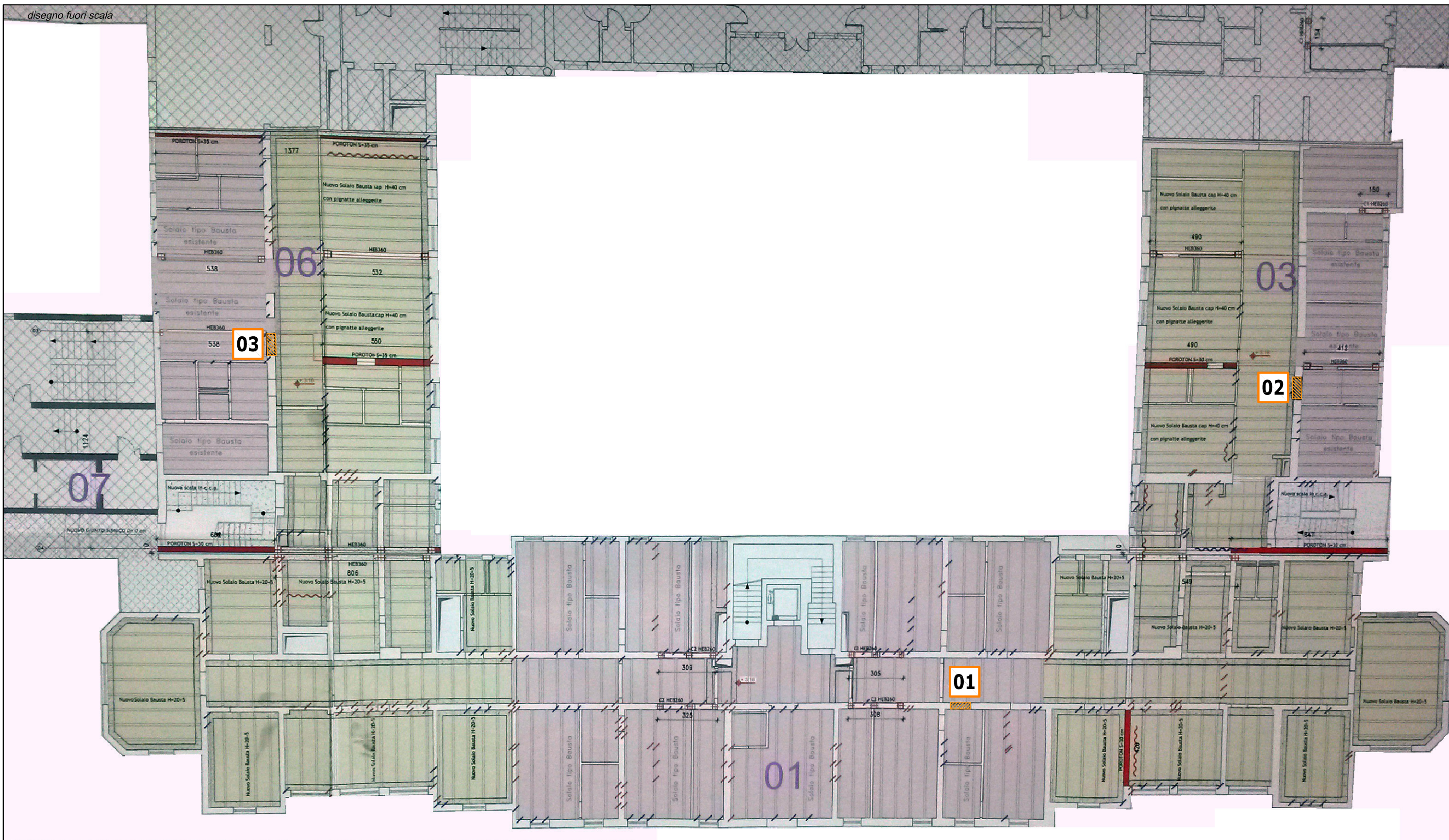


## **ALLEGATO 2**

Elaborati grafici

*Localizzazione dei punti d'indagine*





## LEGENDA:

**00** indagini su muratura





# **ALLEGATO 3**

Rapporti di prova

*Prova con martinetti piatti*



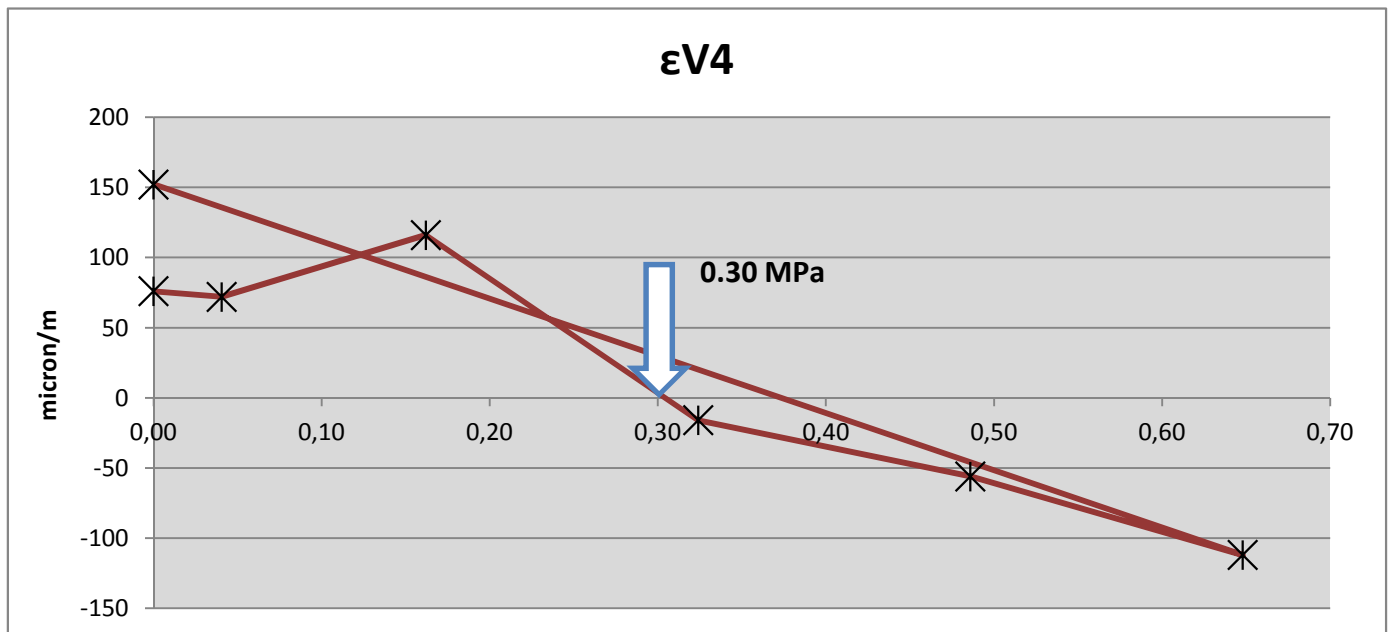
committente: Ing. Marco Buoso  
 indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesso Umbertiano (RO)  
 cantiere: Ospedale di Bondeno  
 commessa: 822 / 16  
 documento: DOC\_03 Rev.00 del: 28/09/2016  
 data prove: 26/09/2016



parte d'opera: Muro di spina - corridoio  
 spessore muratura: 32 cm  
 tipologia muratura: MATTONI PIENI - MALTA di CALCE

**tensione di lavoro misurata con martinetto singolo: 0,30 MPa**

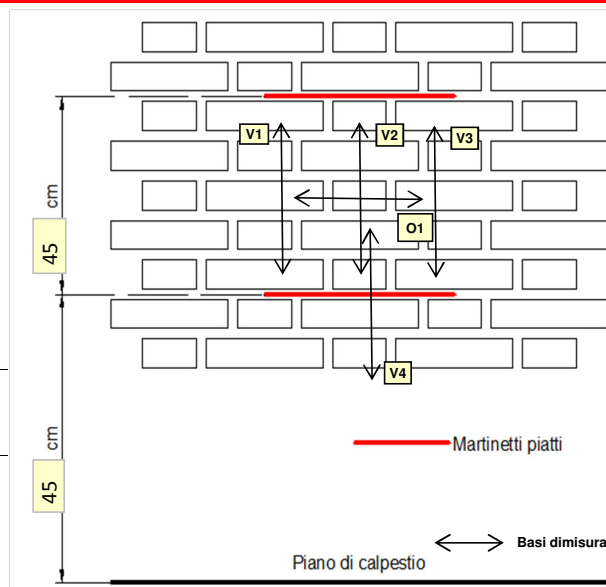
ALLEGATO NUMERICO							
ID 01 - MARTINETTO PIATTO SINGOLO - ASTM C 1196							
tensione di compressione [MPa]	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						
	$\epsilon V1$ [micron/m]	$\epsilon V2$ [micron/m]	$\epsilon V3$ [micron/m]	$\epsilon V4$ [micron/m]	$\epsilon V5$ [micron/m]	$\epsilon V6$ [micron/m]	$\epsilon$ media [micron/m]
0,00	--	--	--	76	--	--	76
0,04	--	--	--	72	--	--	72
0,16	--	--	--	116	--	--	116
0,32	--	--	--	-16	--	--	-16
0,49	--	--	--	-56	--	--	-56
0,65	--	--	--	-112	--	--	-112
0,00	--	--	--	152	--	--	152



NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250

committente: Ing. Marco Buoso  
indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesse Umbertiano (RO)  
cantiere: Ospedale di Bondeno  
commessa: 822 / 16  
documento: DOC\_03 Rev.00 del 28/09/2016  
data prove: 26/09/2016

parte d'opera:	Muro di spina - corridoio	
spessore muratura:	32 cm	
tipologia muratura:	MATTONI PIENI - MALTA di CALCE	
tensione di esercizio	0,30	MPa
misurata con martinetto singolo:		
tensione di uscita dal campo elastico lineare:	1,30	MPa
tensione di rottura:	2,27	MPa
modulo Young verticale:	1625	MPa
modulo di Poisson:	--	-
modulo di elasticità tangenziale:	--	MPa



La figura illustra schematicamente la disposizione e la codifica delle basi di misura rispetto ai martinetti piatti.

La tipologia e la tessitura della muratura disegnata sono da considerarsi come puramente esemplificative.

#### ALLEGATO NUMERICO

##### ID 01 - MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C 1197

tensione di compressione	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						Modulo Poisson
	$\epsilon V1$	$\epsilon V2$	$\epsilon V3$	$\epsilon V4$	$\eta O1$	$\eta O2$	
[MPa]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	-
0,00	0	0	0		0		
0,04	48	72	24		124		
0,16	116	172	200		364		
0,32	232	216	276		412		
0,49	172	432	372		432		
0,65	288	504	440		484		
0,32	208	376	352		172		
0,00	168	172	192		556		
0,32	204	224	336		276		
0,65	236	312	420		312		
0,81	352	396	516		428		
0,97	392	568	696		48		
1,13	532	688	860		168		
1,30	640	872	1080		-108		
0,57	520	648	908		152		
0,00	232	272	448		68		
0,65	476	684	924		-112		
1,30	696	920	1316		-56		
1,46	880	1132	1576		-268		
1,62	1080	1532	1952		-176		
1,78	1424	1872	2524		-196		
1,94	1740	2188	3112		-696		
2,11	2216	2952	3928		-924		
2,27	2620	3300	4516		-1060		
0,00	1592	2156	3064		-728		

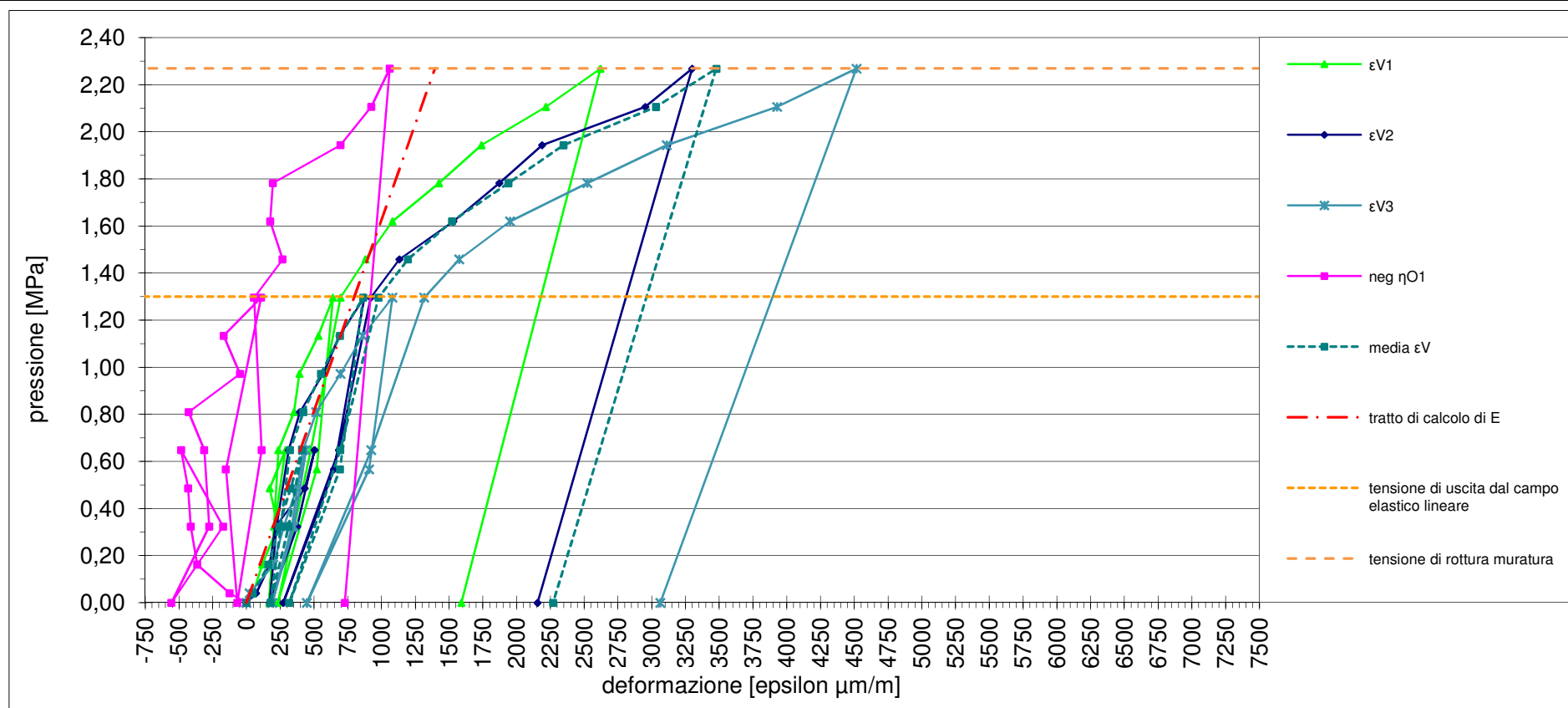
NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250

committente: Ing. Marco Buoso  
 indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesso Umbertiano (RO)  
 cantiere: Ospedale di Bondeno  
 commessa: 822 / 16  
 documento: DOC\_03 Rev 00 del 28/09/2016



## ALLEGATO GRAFICO

### ID 01 - MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C 1197



NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250



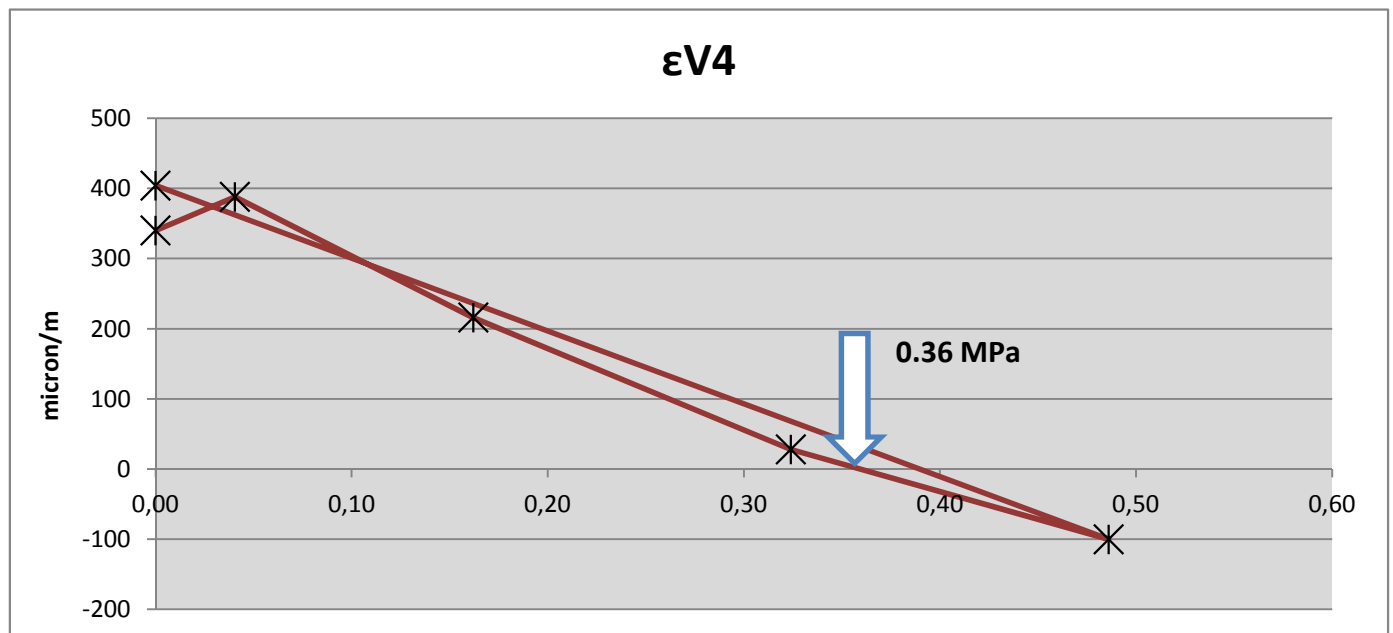
committente: Ing. Marco Buoso  
 indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesso Umbertiano (RO)  
 cantiere: Ospedale di Bondeno  
 commessa: 822 / 16  
 documento: DOC\_03 Rev.00 del: 28/09/2016  
 data prove: 26/09/2016



parte d'opera: Muro di spina - corridoio  
 spessore muratura: 45 cm  
 tipologia muratura: MATTONI PIENI - MALTA di CALCE

**tensione di lavoro misurata con martinetto singolo: 0,36 MPa**

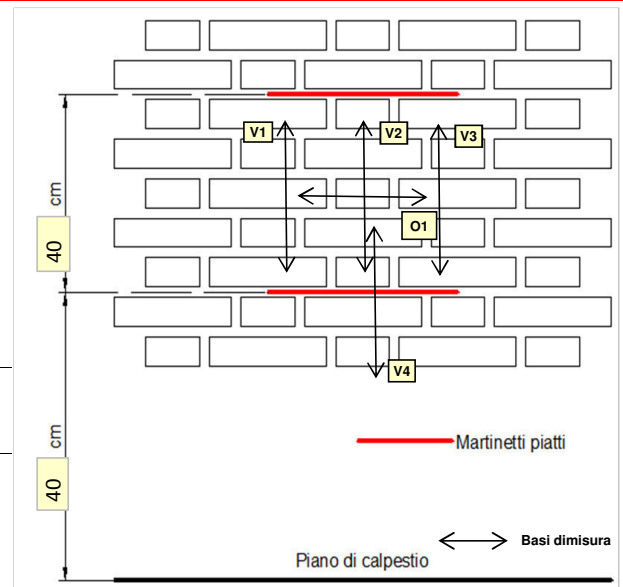
ALLEGATO NUMERICO							
ID 03 - MARTINETTO PIATTO SINGOLO - ASTM C 1196							
tensione di compressione [MPa]	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						
	$\epsilon V1$ [micron/m]	$\epsilon V2$ [micron/m]	$\epsilon V3$ [micron/m]	$\epsilon V4$ [micron/m]	$\epsilon V5$ [micron/m]	$\epsilon V6$ [micron/m]	$\epsilon$ media [micron/m]
0,00	--	--	--	340	--	--	340
0,04	--	--	--	388	--	--	388
0,16	--	--	--	216	--	--	216
0,32	--	--	--	28	--	--	28
0,49	--	--	--	-100	--	--	-100
0,00	--	--	--	404	--	--	404



NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250

committente: Ing. Marco Buoso  
indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesse Umbertino (RO)  
cantiere: Ospedale di Bondeno  
commessa: 822 / 16  
documento: DOC\_03 Rev.00 del 28/09/2016  
data prove: 26/09/2016

parte d'opera:	Muro di spina - corridoio	
spessore muratura:	45	cm
tipologia muratura:	MATTONI PIENI - MALTA di CALCE	
tensione di esercizio misurata con martinetto singolo:	0,36	MPa
tensione di uscita dal campo elastico lineare:	1,46	MPa
tensione di rottura:	2,27	MPa
modulo Young verticale:	2156	MPa
modulo di Poisson:	--	-
modulo di elasticità tangenziale:	--	MPa



La figura illustra schematicamente la disposizione e la codifica delle basi di misura rispetto ai martinetti piatti.

La tipologia e la tessitura della muratura disegnata sono da considerarsi come puramente esemplificative.

#### ALLEGATO NUMERICO

##### ID 03 - MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C 1197

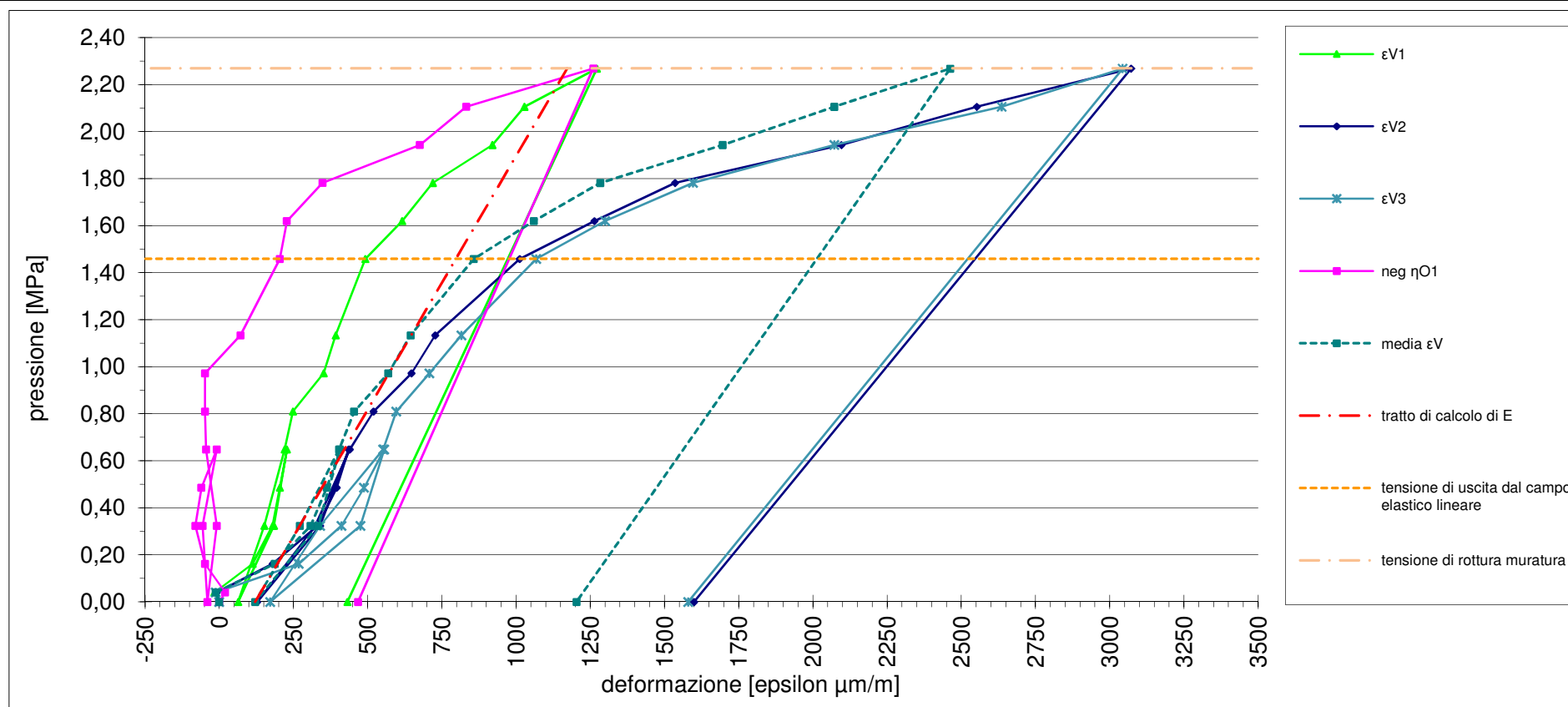
tensione di compressione	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						Modulo Poisson
	$\epsilon V1$	$\epsilon V2$	$\epsilon V3$	$\epsilon V4$	$\eta O1$	$\eta O2$	
[MPa]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	-
0,00	0	0	0		0		
0,04	-16	-8	-12		-20		
0,16	112	180	268		48		
0,32	180	332	412		80		
0,49	204	396	488		60		
0,65	228	436	556		8		
0,32	184	340	476		56		
0,00	64	128	172		40		
0,32	152	324	340		8		
0,65	220	440	552		44		
0,81	248	520	596		48		
0,97	352	648	708		48		
1,13	392	728	816		-72		
1,46	492	1012	1068		-204		
1,62	616	1264	1300		-228		
1,78	720	1536	1596		-348		
1,94	920	2096	2072		-676		
2,11	1028	2552	2636		-832		
2,27	1272	3072	3044		-1260		
0,00	432	1600	1580		-468		

NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250

committente: Ing. Marco Buoso  
 indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesso Umbertino (RO)  
 cantiere: Ospedale di Bondeno  
 commessa: 822 / 16  
 documento: DOC\_03 Rev 00 del 28/09/2016

## ALLEGATO GRAFICO

### ID 03 - MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C 1197



NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250



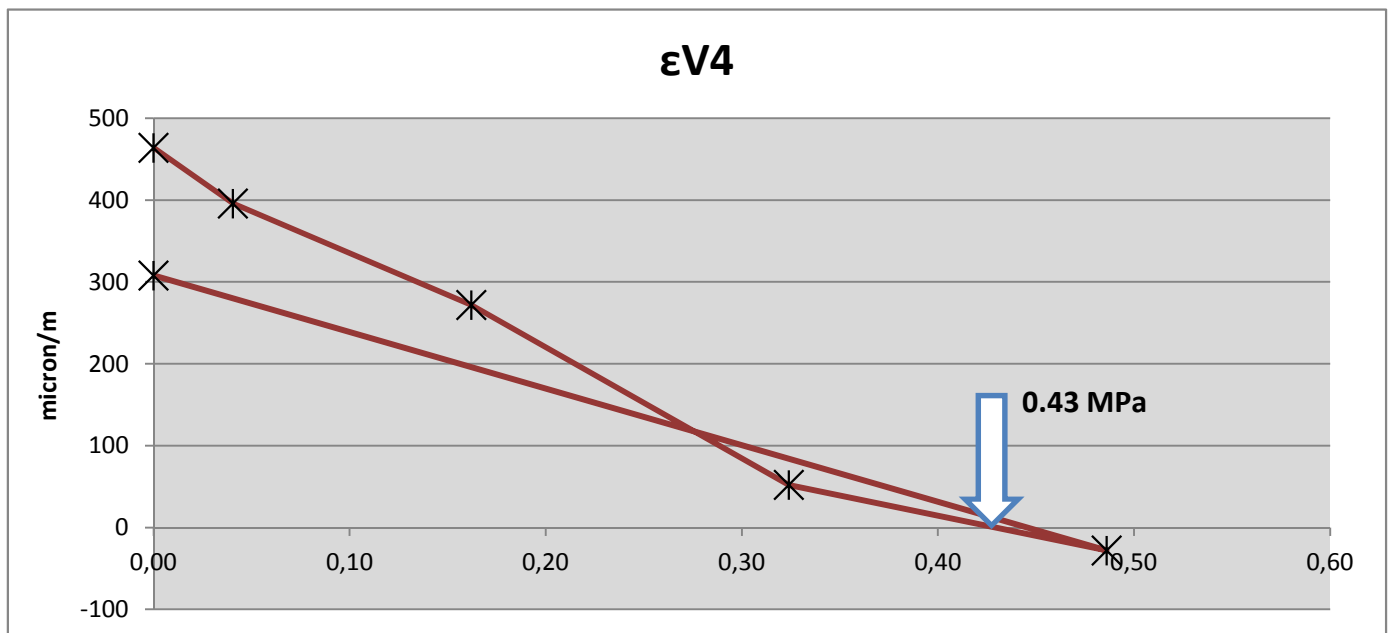
committente: Ing. Marco Buoso  
 indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesso Umbertino (RO)  
 cantiere: Ospedale di Bondeno  
 commessa: 822 / 16  
 documento: DOC\_03 Rev.00 del: 07/10/2016  
 data prove: 07/10/2016



parte d'opera: Muro di spina - corridoio  
 spessore muratura: 47 cm  
 tipologia muratura: MATTONI PIENI - MALTA di CALCE

**tensione di lavoro misurata con martinetto singolo: 0,43 MPa**

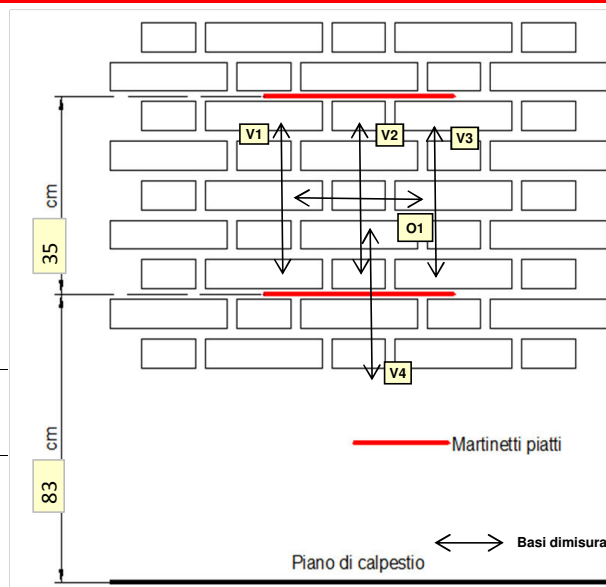
ALLEGATO NUMERICO							
ID 02 - MARTINETTO PIATTO SINGOLO - ASTM C 1196							
tensione di compressione [MPa]	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						
	$\epsilon V1$ [micron/m]	$\epsilon V2$ [micron/m]	$\epsilon V3$ [micron/m]	$\epsilon V4$ [micron/m]	$\epsilon V5$ [micron/m]	$\epsilon V6$ [micron/m]	$\epsilon$ media [micron/m]
0,00	--	--	--	464	--	--	464
0,04	--	--	--	396	--	--	396
0,16	--	--	--	272	--	--	272
0,32	--	--	--	52	--	--	52
0,49	--	--	--	-28	--	--	-28
0,00	--	--	--	308	--	--	308



NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250

committente: Ing. Marco Buoso  
indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesse Umbertiano (RO)  
cantiere: Ospedale di Bondeno  
commessa: 822 / 16  
documento: DOC\_03 Rev.00 del 07/10/2016  
data prove: 07/10/2016

parte d'opera:	Muro di spina - corridoio	
spessore muratura:	47	cm
tipologia muratura:	MATTONI PIENI - MALTA di CALCE	
tensione di esercizio	0,43	MPa
misurata con martinetto		
singolo:		
tensione di uscita dal campo	1,78	MPa
elastico lineare:		
tensione di rottura:	--	MPa
modulo Young verticale:	1319	MPa
modulo di Poisson:	--	-
modulo di elasticità	--	MPa
tangenziale:		



La figura illustra schematicamente la disposizione e la codifica delle basi di misura rispetto ai martinetti piatti.

La tipologia e la tessitura della muratura disegnata sono da considerarsi come puramente esemplificative.

#### ALLEGATO NUMERICO

##### ID 02 - MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C 1197

tensione di compressione	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						Modulo Poisson
	$\epsilon V1$	$\epsilon V2$	$\epsilon V3$	$\epsilon V4$	$\eta O1$	$\eta O2$	
[MPa]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	-
0,00	0	0	0		0		
0,04	52	116	68		-24		
0,16	40	184	128		20		
0,32	184	484	316		12		
0,49	264	640	424		-60		
0,65	424	704	528		-16		
0,32	300	576	388		-72		
0,00	148	320	128		-96		
0,32	260	568	396		-48		
0,65	424	740	512		-60		
0,81	480	852	564		-48		
0,97	604	980	736		-48		
1,13	728	1132	816		-92		
1,30	760	1160	884		-84		
1,46	932	1436	1000		-48		
0,00	116	296	196		4		
0,73	656	1060	832		-112		
1,46	1084	1624	1332		-108		
1,62	1216	1772	1392		-148		
1,78	1368	1920	1568		-120		
1,94	1716	2328	1924		-120		
2,11	2092	2772	2268		-496		
2,27	2548	3248	2712		-176		
2,43	2956	4032	3300		-180		
2,59	3384	4540	3712		-236		
2,75	3904	5164	4252		-256		
0,00	2248	3056	2236		92		

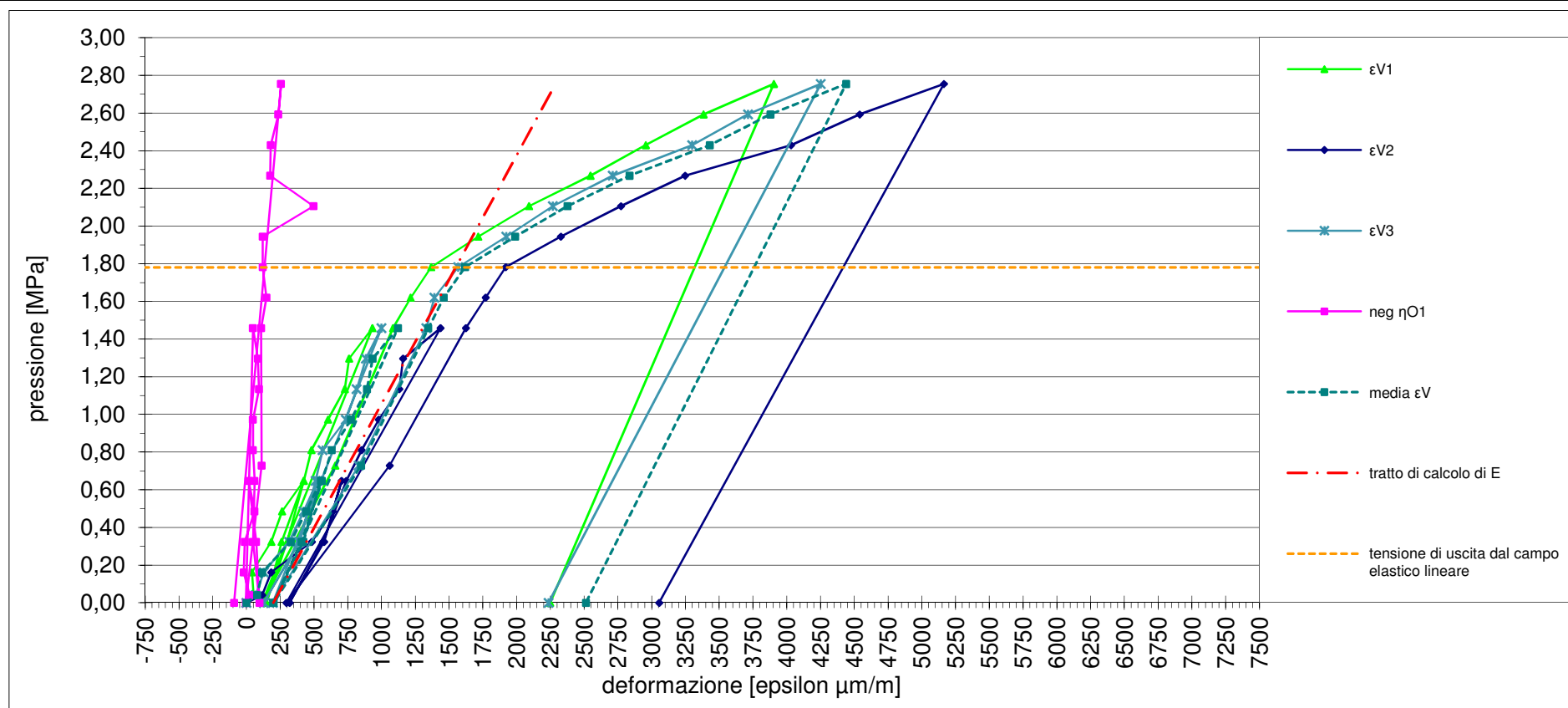
NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250

committente: Ing. Marco Buoso  
 indirizzo: Via Cesare Battisti, 2609 - 45024 Fiesso Umbertiano (RO)  
 cantiere: Ospedale di Bondeno  
 commessa: 822 / 16  
 documento: DOC\_03 Rev 00 del 07/10/2016



## ALLEGATO GRAFICO

### ID 02 - MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C 1197



NOTE: troncatrice hilti - martinetti DRC - manometro AEP classe 1 100bar - deformometro MFG250





# Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale: via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy  
sede operativa: via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy  
P.IVA e C.F: 01904060389  
tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)



Committente

STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO

Oggetto

INDAGINI SPECIALISTICHE SULLE MURATURE E SUI SOLAI DELL'OSPEDALE DI BONDENO



Titolo

RELAZIONE METODOLOGICA

Emesso:

ing. Roberto Lovisetto

Approvato:

Ing. Sergio Tralli

0178 - 2014	Doc6 - Rapporto conclusivo	01	revisione	22/09/2014	comm178-14-13-doc6-rev00-ospedale bondeno.docx
Commessa	Codice - Documento	Revisione	Motivazione	Data	Nome file

**INDICE**

1. PREMESSA.....	3
2. PIANIFICAZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE .....	4
2.1 Identificazione dei punti di indagine.....	4
3. RILIEVO DELLE TESSITURE MURARIE .....	5
4. RILIEVO DELLO SPESSORE DEI SOLAI .....	7
5. ELENCO ALLEGATI.....	10



# 1. Premessa

Su incarico della Committenza, AZIENDA AUSL DI FERRARA, la scrivente società ha eseguito una campagna di indagini specialistiche presso l'OSPEDALE FRATELLI BORSELLI, sito in via Dazio 113 Bondeno (FE).



Figura 1: inquadramento cartografico dell'area in cui è sito il fabbricato oggetto di indagine

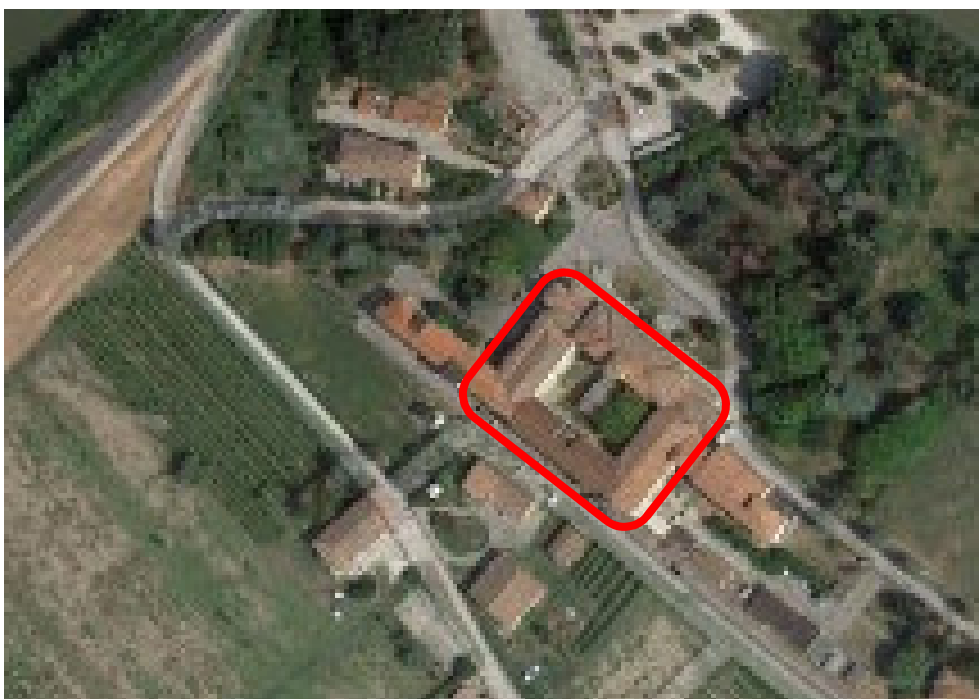


Figura 2: individuazione del fabbricato oggetto di indagine

## 2. Pianificazione campagna di indagine

La campagna di indagine, è stata pianificata in accordo con la Committenza e con i progettisti incaricati delle verifiche.

Essendo l'edificio inagibile, a causa dei danni arrecati dagli eventi sismici del maggio 2012 è stato possibile eseguire le indagini senza arrecare disturbo a persone.

Le attività d'indagine in situ hanno interessato i solai e le murature ai vari piani.

La presente relazione tecnica descrive prevalentemente le fasi di lavoro svolto e le metodologie d'indagine utilizzate.

### 2.1 Identificazione dei punti di indagine

Ad ogni punto di indagine è stato assegnato un contrassegno riportante un codice e un numero in ordine progressivo crescente.

Il codice serve per identificare il tipo d'indagine svolta:

- M: indagini sulle murature
- S: indagini sui solai.

Per collocare esattamente il punto d'indagine sulla struttura, si deve far riferimento agli elaborati grafici contenuti in allegato 2 e 3 al presente lavoro.

Indagini svolte:

- N. 7 indagini sulle murature al primo piano
- N. 7 indagini sulle murature al secondo piano
- N. 4 indagini sulle murature al terzo piano
- N. 6 indagini sui solai del primo impalcato
- N. 6 indagini sui solai del secondo impalcato
- N. 3 indagini sui solai del terzo impalcato
- N. 1 indagine sulla copertura

In totale sono state svolte 18 indagini sulle murature e 16 sui solai.

### 3. Rilievo delle tessiture murarie

Le caratteristiche delle murature che costituiscono l'edificio oggetto di indagine, rilevate mediante tecniche di misura diretta, sono riportate negli elaborati grafici contenuti in allegato 2. La richiesta da parte della committenza riguardava la determinazione della presenza di ammorsamento tra pareti e informazioni relative alla qualità muraria o alle fenomenologie di danno.

Per rispondere a tale richiesta si è proceduto rimuovendo l'intonaco e gli altri elementi di finitura dalle pareti oggetto di indagine: così facendo sono state portate a vista porzioni di muratura di dimensioni 1m x 1m circa ed è stato possibile eseguire il rilievo della tessitura muraria e le caratteristiche della muratura. Più precisamente, quando possibile, per ogni punto di indagine sono state ricavate le seguenti informazioni:

- Spessore della parete
- Funzione (portante o non portante)
- Presenza di collegamenti trasversali
- Presenza di ammorsamento tra pareti ortogonali
- Dimensioni e tipologie degli elementi resistenti
- Tipologia di malta
- Spessore dei giunti di malta orizzontali e verticali
- Regolarità dei giunti di malta



Figura 3: indagine della tessitura muraria – indagine M 1 al primo piano





Figura 4: indagine della tessitura muraria – indagine M 6 al primo piano



Figura 5: indagine della tessitura muraria – indagine M 9 al secondo piano

Gli elaborati grafici contenuti in Allegato 2 riportano la restituzione delle informazioni rilevate. La restituzione in forma grafica è da intendersi rappresentativa di quanto effettivamente rilevato in sito, pertanto elementi geometrici non quotati hanno funzione puramente rappresentativa delle geometrie ipotizzate sulla base di schemi costruttivi tipologici. Lo spessore delle murature è comprensivo anche della quota dell'intonaco. Altre foto relative alle indagini rilevate sono riportate nell'allegato 1.

## 4. Rilievo dello spessore dei solai

La richiesta ricevuta dalla committenza è consistita nella determinazione dello spessore complessivo del pacchetto di solaio. L'indagine è stata sistematicamente eseguita mediante un foro passante e misura diretta.

La tabella seguente evidenzia i risultati ottenuti:

identificativo	solaio di piano...	spessore complessivo	note
S1	primo	300mm	solaio a travetti e tavelloni
S2	primo	150mm	voltina in foglio - spessore solaio variabile
S3	primo	175mm	voltina in foglio - spessore solaio variabile
S4	primo	205mm	voltina in foglio - spessore solaio variabile
S5	primo	105mm	voltina in foglio - spessore solaio variabile
S6	secondo	315mm	solaio laterocementizio gettato in opera
S7	secondo	315mm	solaio laterocementizio gettato in opera
S8	secondo	460mm	comprensivo di intercapedine al controsoffitto
S9	secondo	335mm	solaio a travetti e tavelloni
S10	secondo	310mm	solaio a travetti e tavelloni
S11	terzo	300mm	solaio laterocementizio gettato in opera
S12	terzo	275mm	solaio laterocementizio gettato in opera
S13	terzo	305mm	solaio laterocementizio gettato in opera
S14	secondo	315mm	solaio a travetti e tavelloni
S15	primo	190mm	voltina in foglio - spessore solaio variabile
S16	copertura	160mm	escluso manto di finitura

Come estensione della richiesta ricevuta e dove possibile, oltre allo spessore complessivo del solaio è stata estesa l'indagine alla verifica della natura compositiva e della dimensione dei singoli strati costituenti il pacchetto. In particolare si è cercato di ottenere le seguenti evidenze sperimentali:

- Tipologia di solaio, tramite endoscopia nel foro praticato per la misura dello spessore;
- Pacchetto dei carichi portati, riconoscendo gli strati di massetto e pavimento e distinguendoli dagli strati di nervature e solette;
- Spessori dei vari elementi costituenti il pacchetto di solaio;
- Orditura dei solai indagati; tramite tecniche termografiche eseguite dall'intradosso dei solai indagati quando non fosse presente una controsoffittatura.

Gli elaborati grafici contenuti in Allegato 3 riportano la restituzione delle informazioni rilevate. La restituzione in forma grafica è da intendersi rappresentativa di quanto effettivamente rilevato in sito, pertanto elementi geometrici non quotati hanno funzione puramente rappresentativa delle geometrie ipotizzate sulla base di schemi costruttivi tipologici. Altre foto relative alle stratigrafie rilevate sono riportate nell'allegato 1.

Le immagini seguenti evidenziano le tecniche adottate per il rilievo richiesto.



Figura 6: termocamera Flir

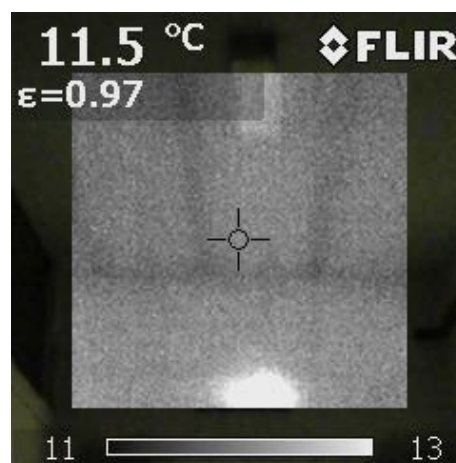


Figura 7: indagine termografica - ID S10



Figura 8: indagine dei solai – indagine S15 sul primo impalcato





Figura 9: indagine dei solai – indagine S13 sul terzo impalcato



Figura 10: indagine dei solai – indagine S9 sul secondo impalcato

## 5. Elenco allegati

Allegato 1	Report fotografico
Allegato 2	Elaborati grafici - Indagini sulle murature
Allegato 3	Elaborati grafici - Indagini sui solai

# ALLEGATO 1

## Report fotografico



## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. M1



RIF. M2



RIF. M3





## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. M4



RIF. M5



RIF. M6





## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. M7



RIF. M8



RIF. M9



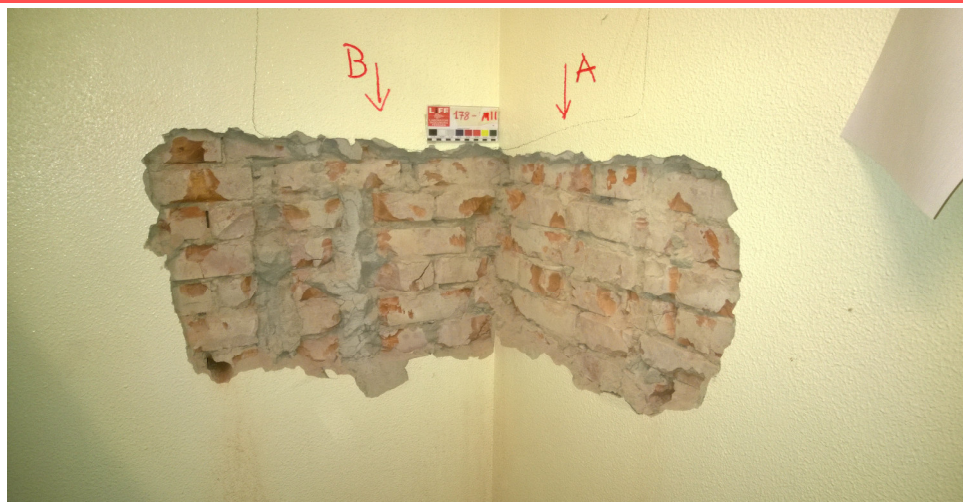


## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. M10



RIF. M11



RIF. M12





## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. M13



RIF. M14



RIF. M15





## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. M16



RIF. M17



RIF. M18





## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. S1



RIF. S2



RIF. S3





## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. S4



RIF. S5



RIF. S6





## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. S7



RIF. S8



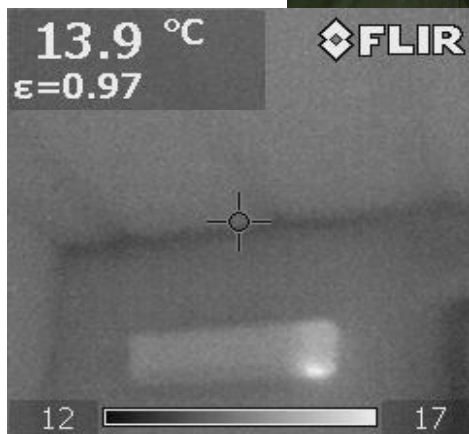
RIF. S9



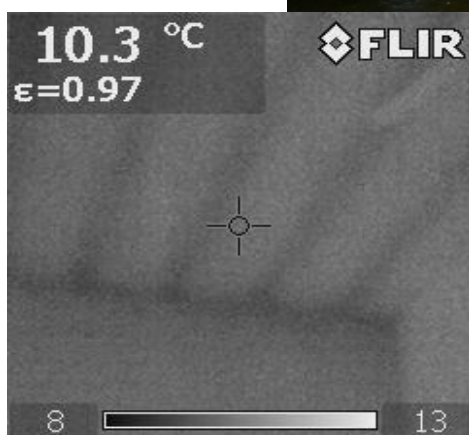


## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

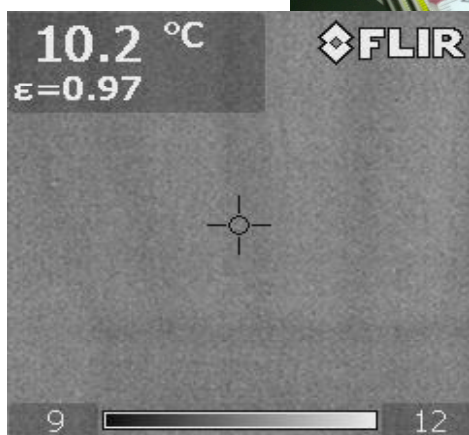
RIF. S10



RIF. S11



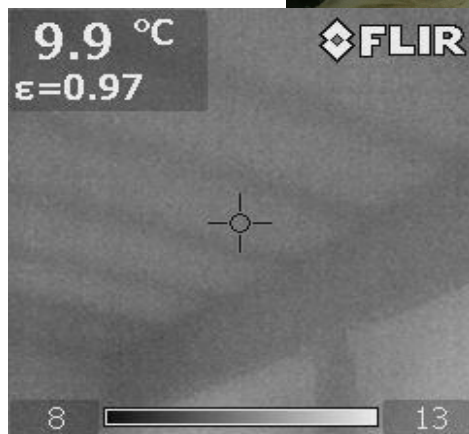
RIF. S12



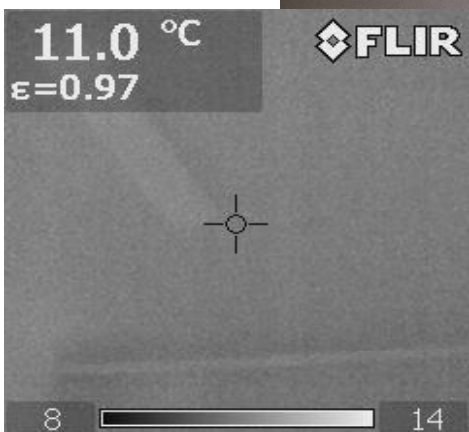


## REPORT FOTOGRAFICO - comm178/14 - AUSL FERRARA - BONDENO

RIF. S13



RIF. S14

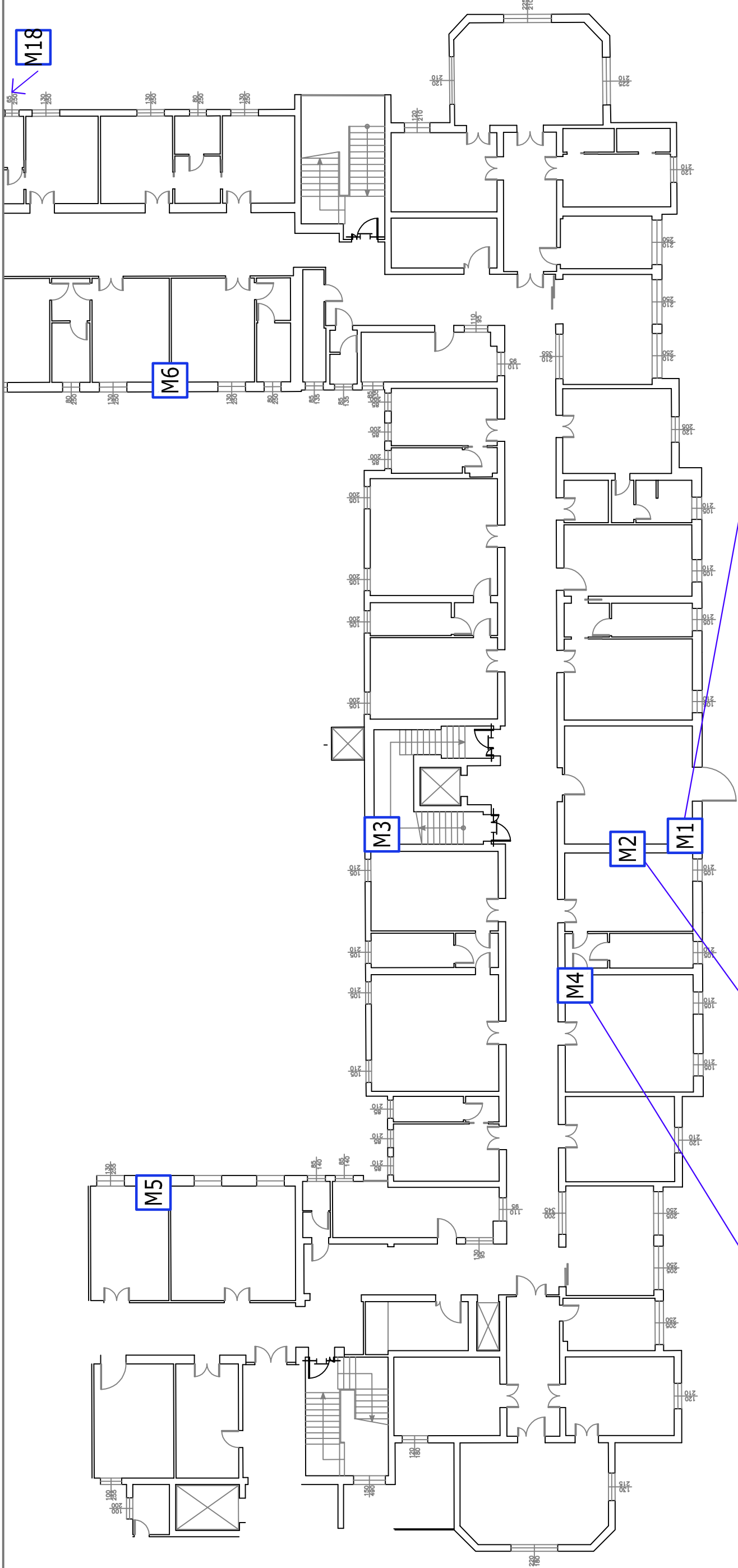


RIF. S15



ALLEGATO 2  
Elaborati grafici  
Indagini sulle murature





ID M4

Indagine eseguita al 1° piano

Muratura disordinata nella parte originale lesionata: mattoni di dimensioni varie. Ammorciamento trasversale scarso. Presenza di molti mezzi mattoni.

piattabanda rimossa

lesione diagonale

muratura di mattoni pieni a tamponamento di vecchia apertura pre-esistente

Spessore 31 cm

Mattoni pieni:

• lunghezza = 24 - 29 cm

• altezza = 5 - 6 cm

• profondità = 12 - 14 cm

Malta grigia con calcinelli chiari

ID M2

Indagine eseguita al 1° piano

Indagine eseguita in corrispondenza di lesioni diagonali: l'indagine ha evidenziato la presenza di un'apertura tamponata con brumatone

Muro di spina portante con presenza di un'apertura tamponata con blocchi doppio U invertiti

Spessore intonaco = 1cm

Mattoni pieni:

• lunghezza = 25 cm

• altezza = 12,5 cm

• profondità = 12,5 cm

Malta cementizia

Giunti di malta regolari

• spessore giunti orizzontali = 5 - 10 mm

• spessore giunti verticali = 5 - 10 mm

ID M1

Indagine eseguita al 1° piano

Ammorciamento inesistente causa presenza di impianti o canna fumaria tamponata

Muratura di spina 2 teste

Spessore intonaco interno = 1cm

Giunti di malta irregolari

Mattoni pieni:

• lunghezza = 25 - 27cm

• altezza = 5,5 - 6cm

• profondità = 12 - 13cm

Malta grigia con calcinelli lavorabile con strumentazione (come cacciavite)

• spessore giunti orizzontali = 10 - 15mm

• spessore giunti verticali = 5 - 25mm

COMMITTENTE:	STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO		
COMMESSA:	0178 / 2014	ALLEGATO 2 - TAV. 1	
CANTIERE:	OSPEDALE DI BONDENO		
OGGETTO:	INDAGINI MURATURE PRIMO PIANO		

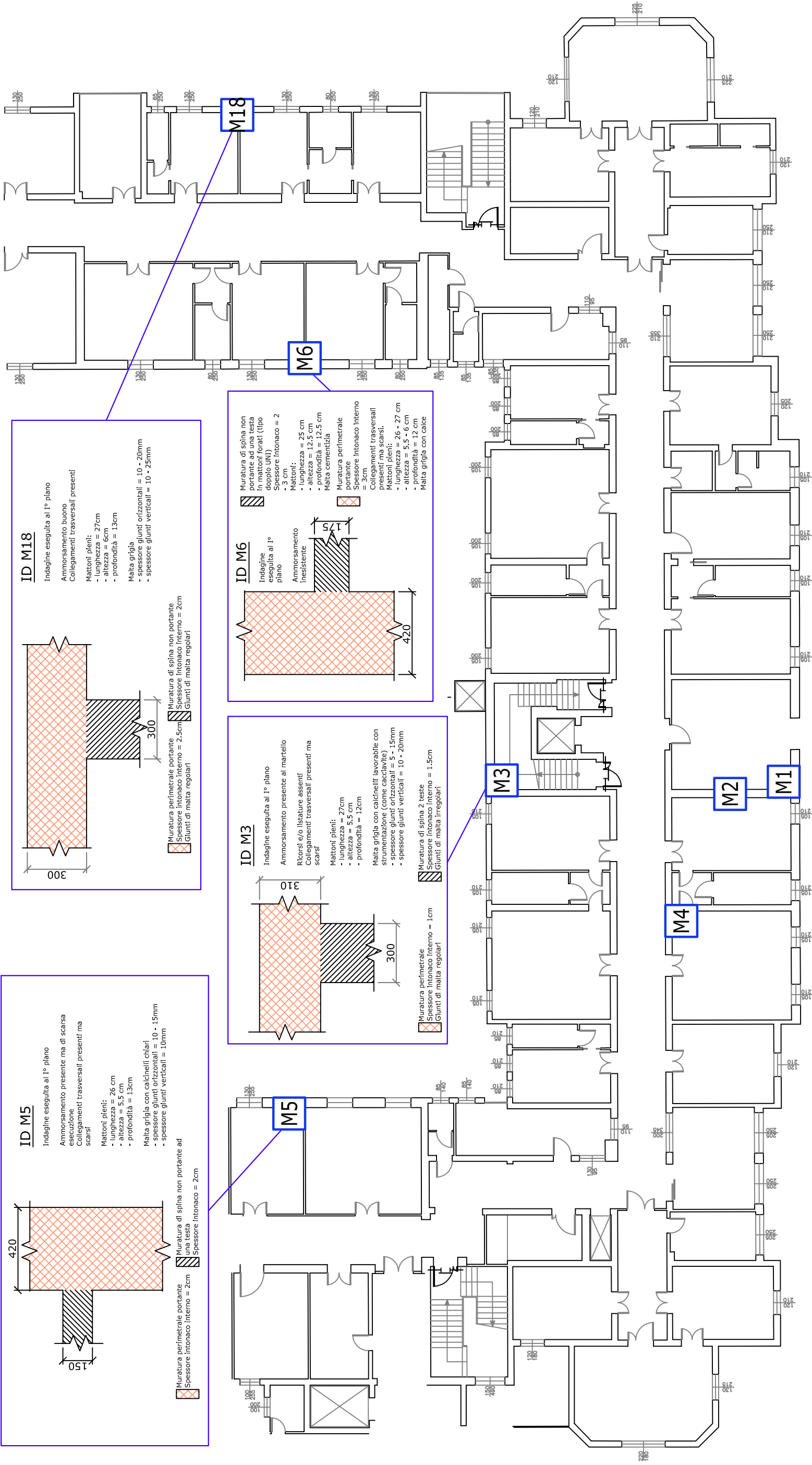
Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy

sede operativa Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy

P.IVA e C.F: 01904060389

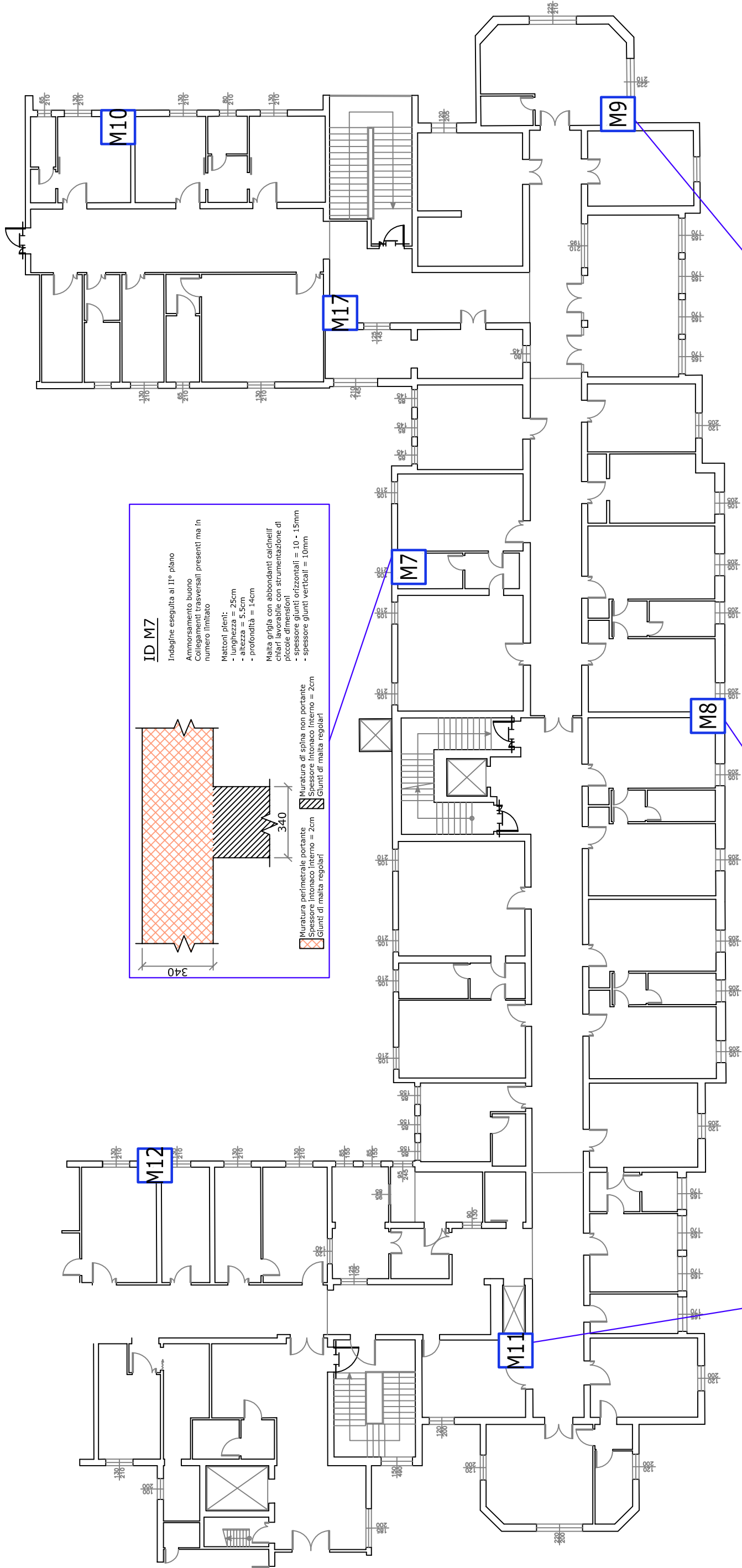
tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)



COMMITTENTE:	STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO	
COMMESSA:	0178 / 2014	ALLEGATO 2 - TAV. 2
CANTIERE:	OSPEDALE DI BONDENO	
OGGETTO:	INDAGINI MURATURE PRIMO PIANO	

Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy  
sede operativa Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy  
P.IVA e C.F. 01904060389  
tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)



340

340

Indagine eseguita al II° piano

Ammassamento buono

Collegamenti trasversali presenti ma in numero limitato

Mattoni pieni:

• lunghezza = 25cm

• altezza = 5,5cm

• profondità = 14cm

Malta grigia con abbondanti calcinelli chiari lavorabile con strumentazione di piccole dimensioni

• spessore giunti orizzontali = 10 • 15mm

• spessore giunti verticali = 10mm

Muratura di spina non portante

Muratura di spina portante

Spessore intonaco interno = 2cm

Spessore intonaco interno = 2cm

Giunti di malta regolari

Giunti di malta regolari

300

ascensore

310

Indagine eseguita al II° piano

Ammassamento presente e buono

Collegamenti trasversali presenti

Intonaco spessore 2cm

Mattoni pieni:

• lunghezza = 26cm

• altezza = 5,5 cm

• profondità = 13cm

Malta bastarda/cementizia di colore grigio non lavorabile con strumentazione

• spessore giunti orizzontali = 10 • 17mm

• spessore giunti verticali = 10mm

Muratura di spina non portante

Muratura di spina portante

Spessore intonaco interno = 1-1,5cm

Spessore intonaco interno = 1cm

Giunti di malta regolari

Giunti di malta irregolari

320

320

Indagine eseguita al II° piano

Ammassamento buono

Collegamenti trasversali presentir manuali disposti

Mattoni pieni:

• lunghezza = 27cm

• altezza = 5,5cm

• profondità = 13,5cm

Malta grigia con abbondanti calcinelli chiari lavorabile con strumentazione di piccole dimensioni

• spessore giunti orizzontali = 10 • 15mm

• spessore giunti verticali = 10 • 15mm

Apertura tamponata

Muratura di spina non portante

Muratura di spina portante

Spessore intonaco interno = 1-1,5cm

Spessore intonaco interno = 1cm

Giunti di malta regolari

Giunti di malta irregolari

260

260

Indagine eseguita al II° piano

Ammassamento presente e di ottima esecuzione

Collegamenti trasversali presenti

Mattoni pieni:

• lunghezza = 26cm

• altezza = 5,5 cm

• profondità = 13cm

Malta bastarda di colore grigio

• spessore giunti orizzontali = 15mm

• spessore giunti verticali = 15 • 25mm

Muratura di spina portante

Muratura perimetrale portante

Spessore intonaco interno = 1cm

Spessore intonaco interno = 1cm

Giunti di malta regolari

Giunti di malta irregolari

COMMITTENTE:	STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO		
COMMESSA:	0178 / 2014	ALLEGATO 2 – TAV. 3	
CANTIERE:	OSPEDALE DI BONDENO		
OGGETTO:	INDAGINI MURATURE SECONDO PIANO		

Life

LABORATORI INGEGNERIA FERRARA

Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

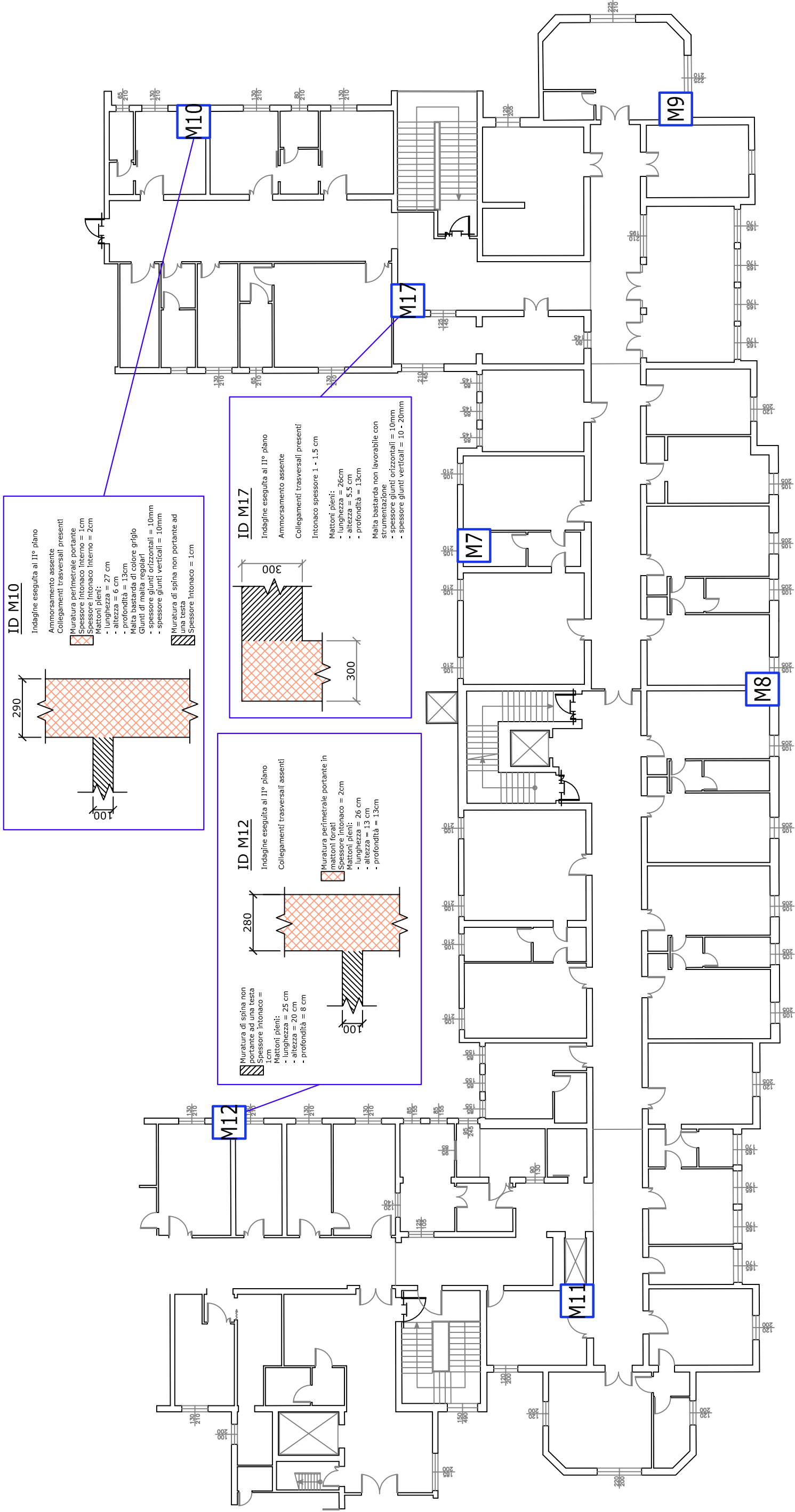
sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy

sede operativa Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy

P.IVA e C.F: 01904060389

tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)





COMMITTENTE:	STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO		
COMMESSA:	0178 / 2014	ALLEGATO 2 - TAV. 4	
CANTIERE:	OSPEDALE DI BONDENO		
OGGETTO:	INDAGINI MURATURE SECONDO PIANO		

Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

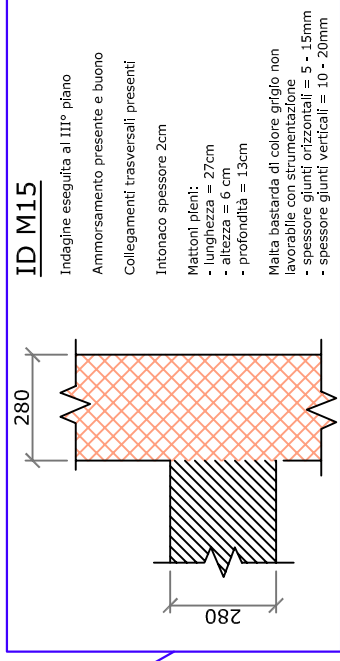
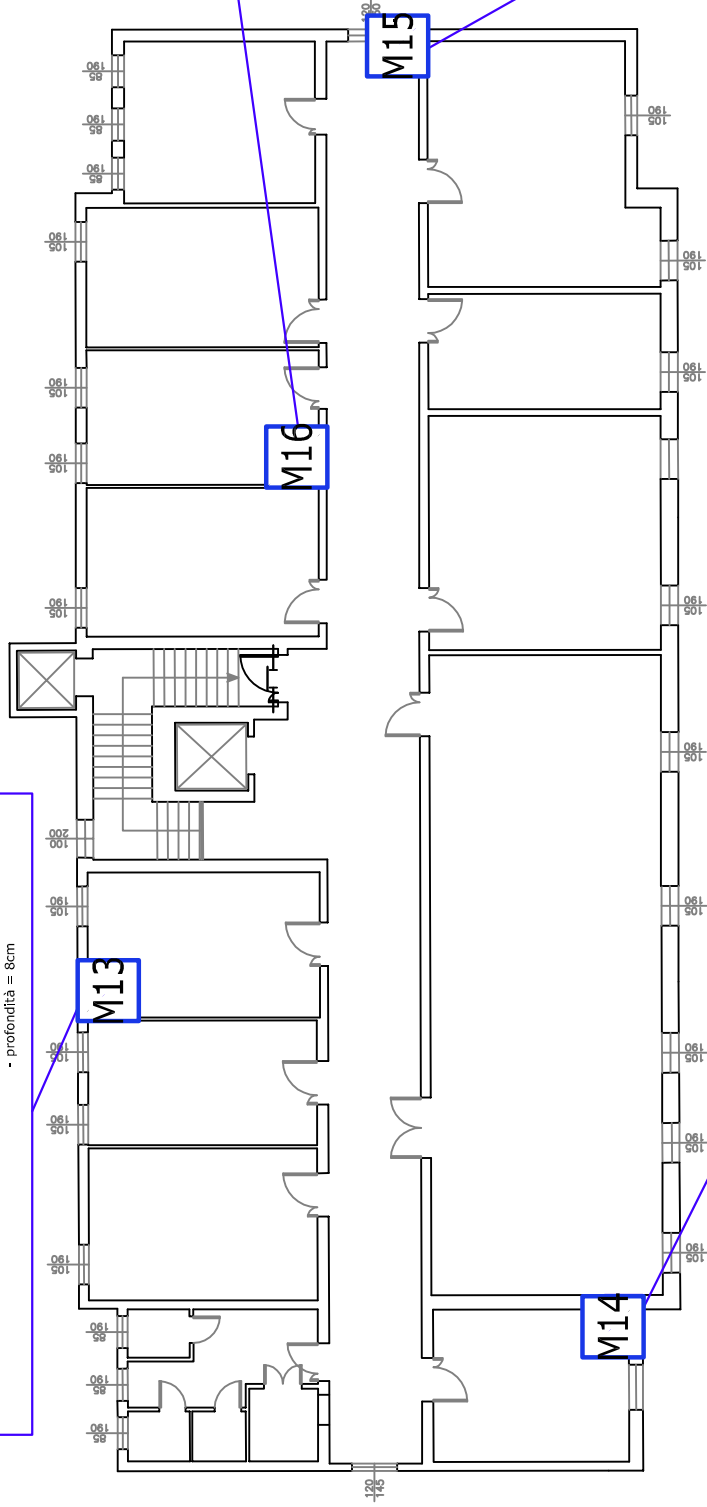
sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy

sede operativa Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy

P.IVA e C.F: 01904060389

tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)





ALLEGATO 2 - TAV. 5

## CANTIERE: OSPEDALE DI BONENO

**OGGETTO:** INDAGINI MURATURE TERZO TERZO PIANO

Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy

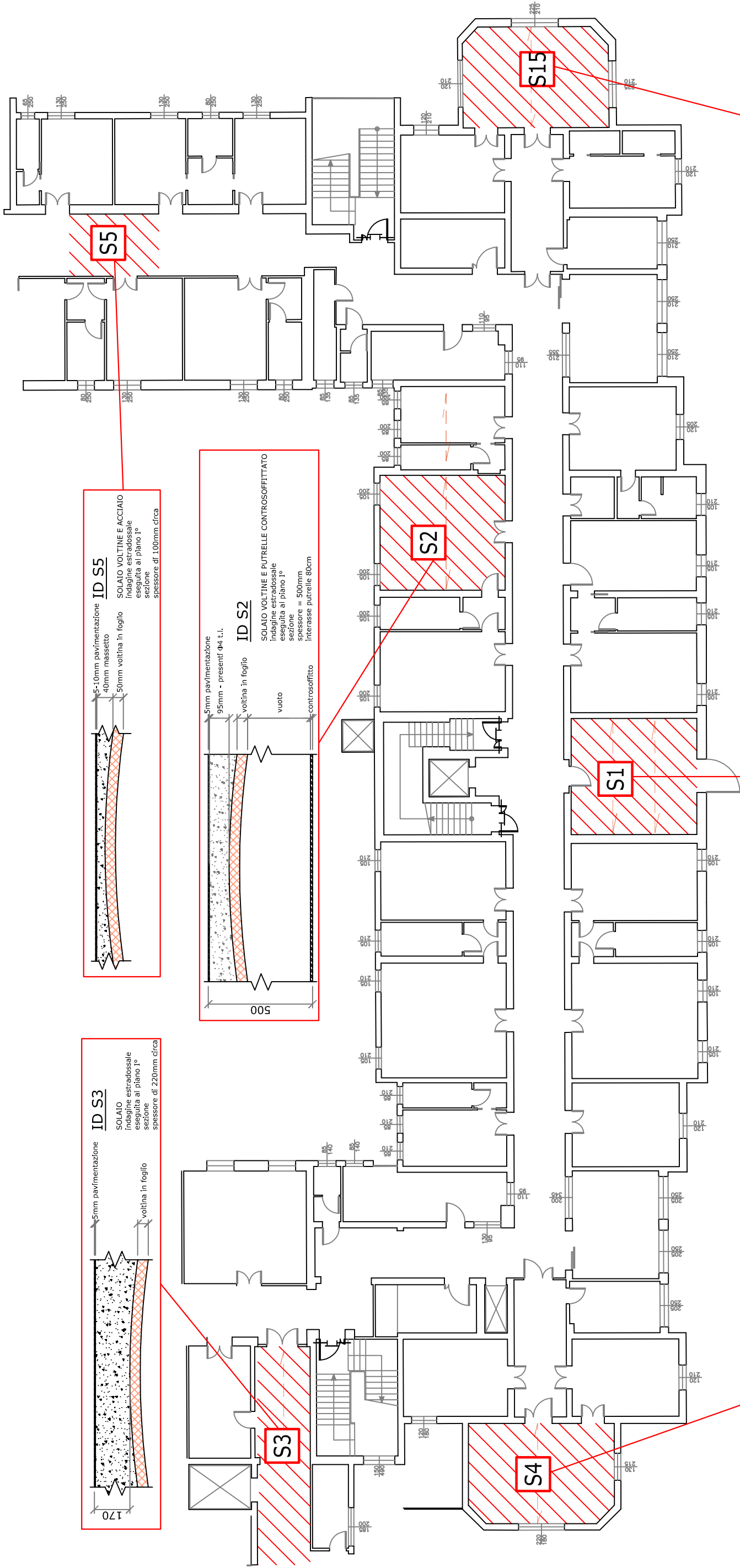
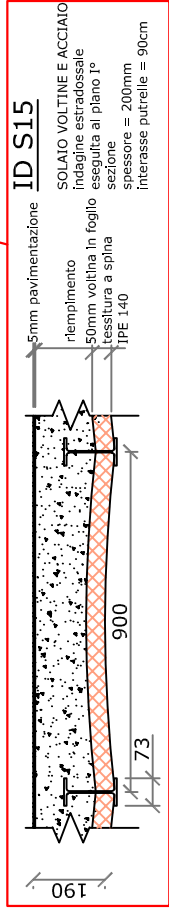
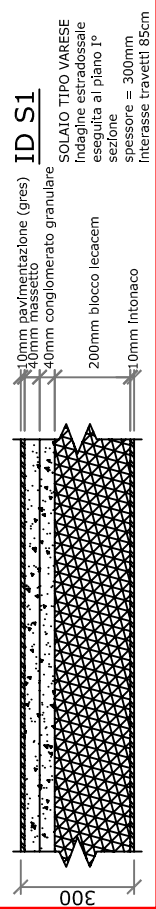
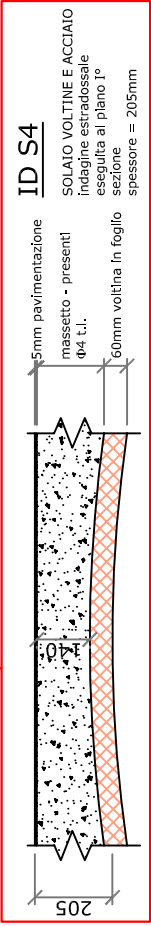
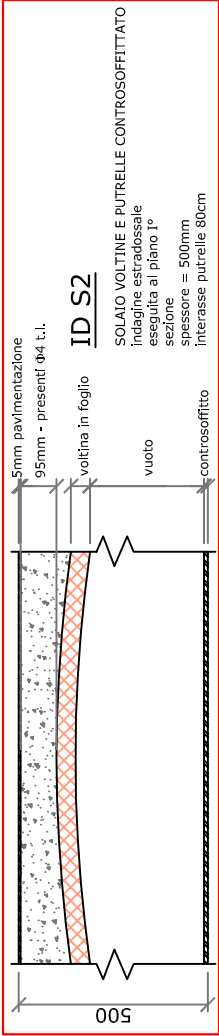
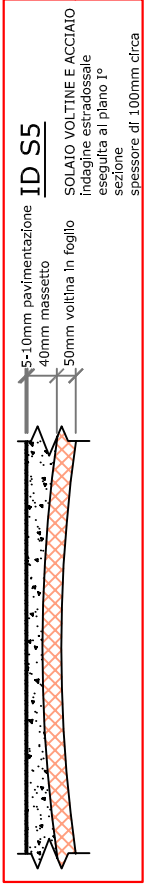
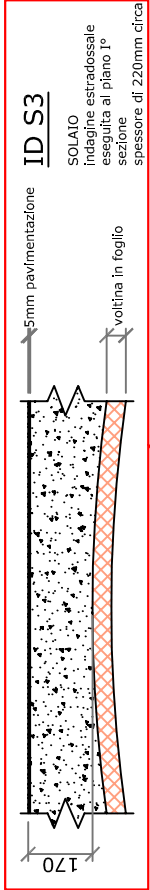
sede operativa Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy

P.IVA e C.F.: 01904060389

tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)

ALLEGATO 3  
Elaborati grafici  
Indagini sui solai





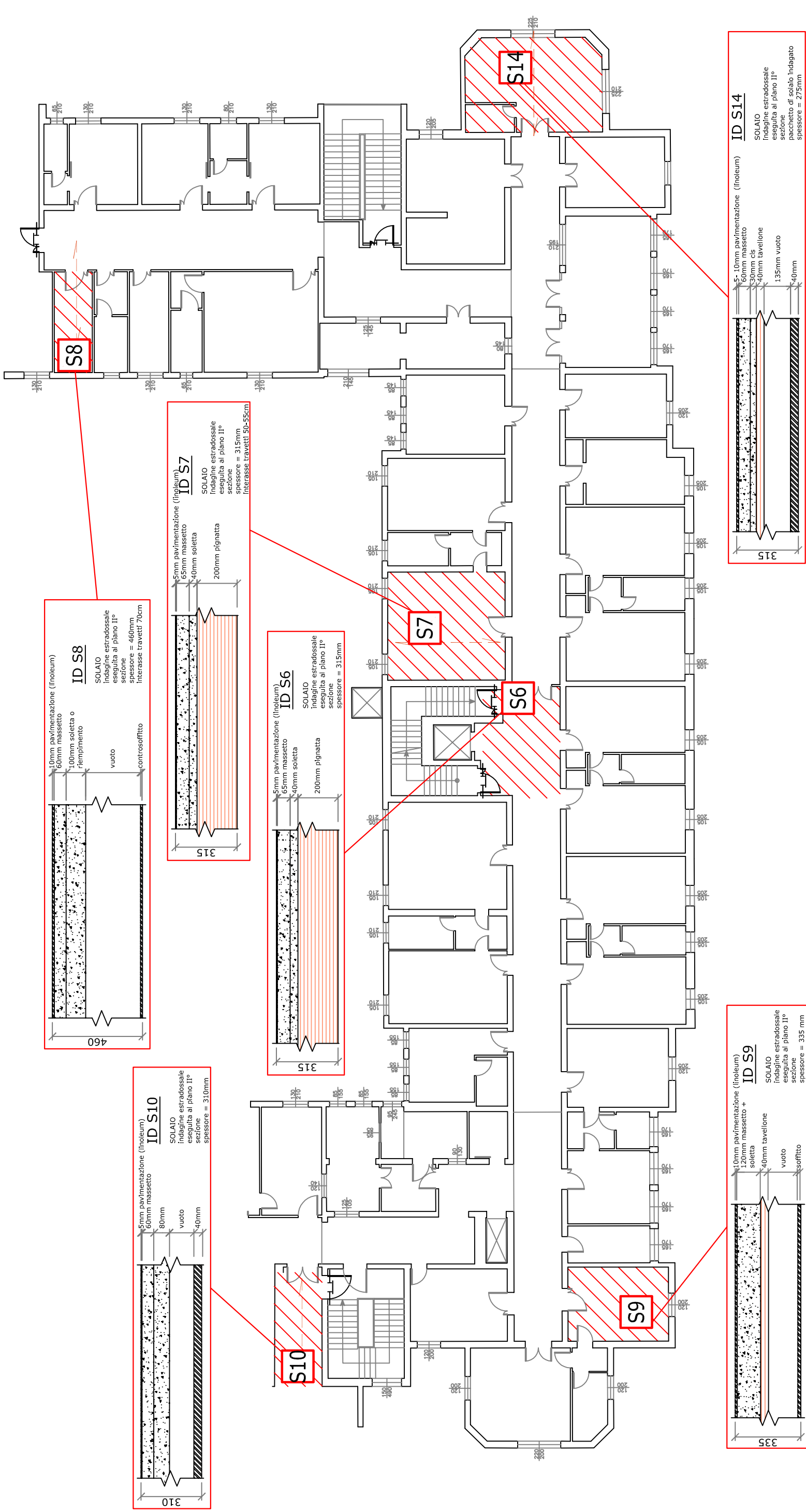
COMMITTENTE:	STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO		
COMMESSA:	0178 / 2014	ALLEGATO 3 - TAV. 1	
CANTIERE:	OSPEDALE DI BONDENO		
OGGETTO:	INDAGINI SOLAI PRIMO IMPALCATO		

LIFE

LABORATORI  
INGEGNERIA  
FERRARA

Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy  
sede operativa Via Ascarei 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy  
P.IVA e C.F: 01904060389  
tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)

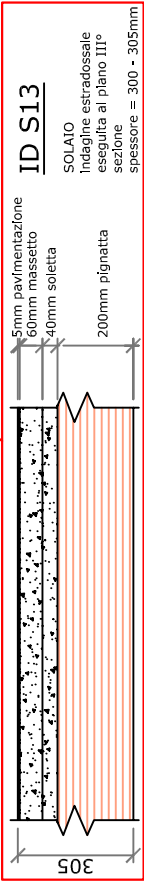
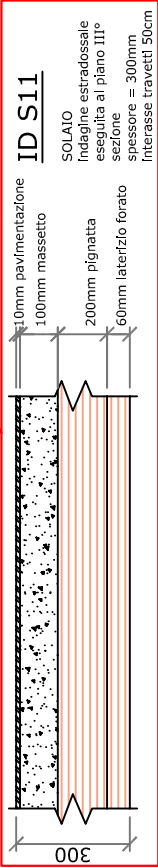
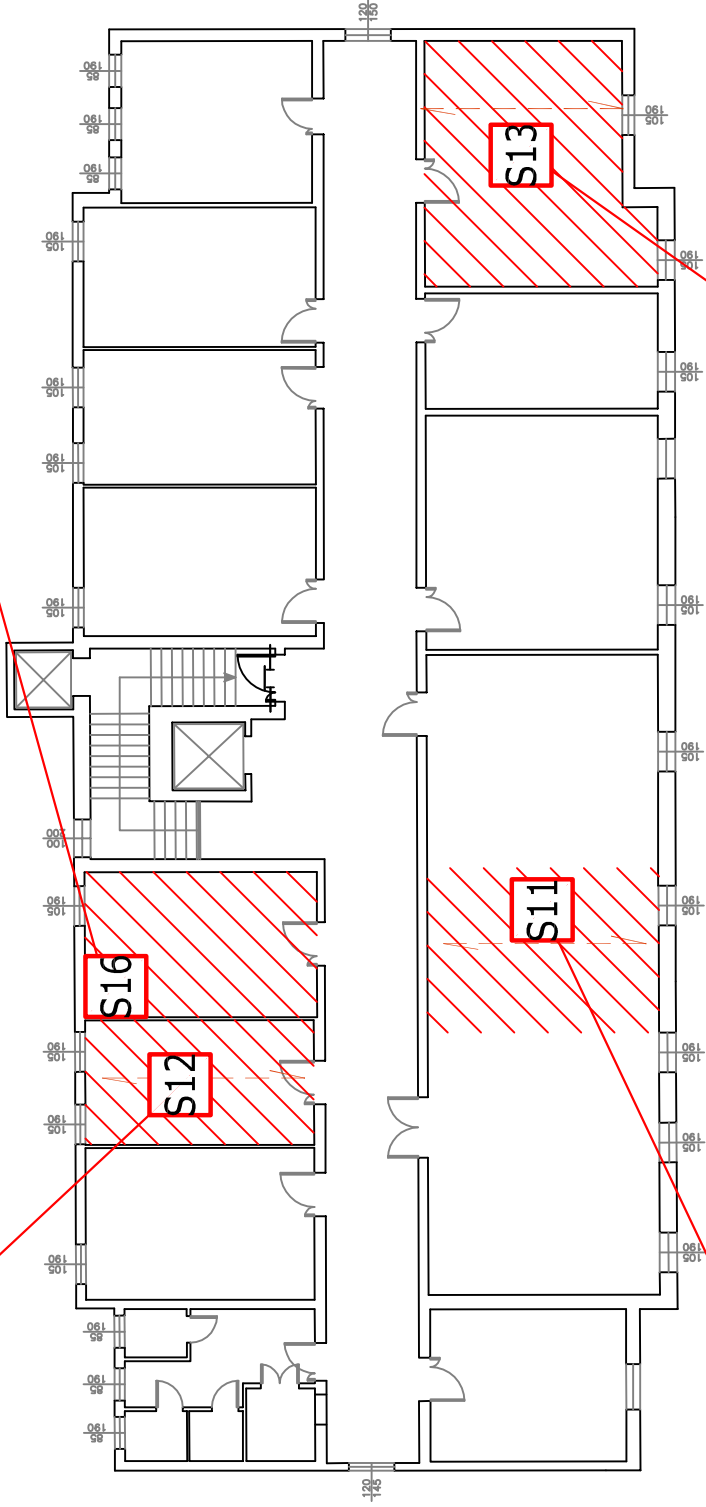
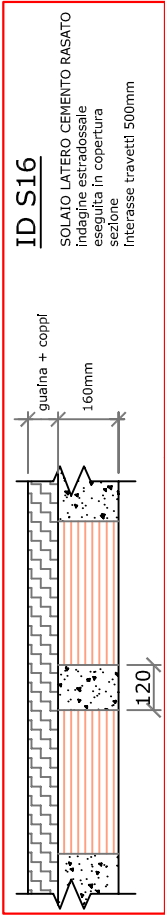
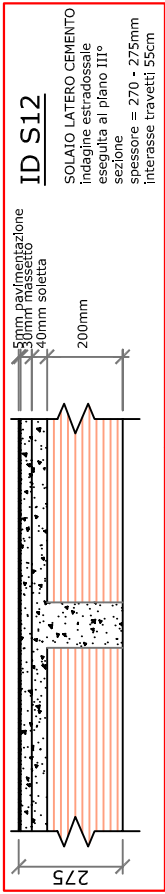


COMMITTENTE:	STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO		
COMMESSA:	0178 / 2014	ALLEGATO 3 – TAV. 2	
CANTIERE:	OSPEDALE DI BONDENO		
OGGETTO:	INDAGINI SOLAI SECONDO IMPALCATO		

# Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy  
sede operativa Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy  
P.IVA e C.F: 01904060389  
tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)





COMMITTENTE:	STUDIO TECNICO ING. MARCO BUOSO		
COMMESSA:	0178 / 2014	ALLEGATO 3 – TAV. 3	
CANTIERE:	OSPEDALE DI BONDENO		
OGGETTO:	INDAGINI SOLAI TERZO IMPALCATO E COPERTURA		

Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

sede legale Via Palestro 25 - 44121 Ferrara (FE) - Italy

sede operativa Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE) - Italy

P.IVA e C.F: 01904060389

tel. +39.320.6651813 - web: [www.lifelab.it](http://www.lifelab.it) - email: [info@lifelab.it](mailto:info@lifelab.it)

