Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:
- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova – Settore prodotti da costruzione (Numero di Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 – D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

RELAZIONE P3042/07 DEL 29/01/2007

(Rif. Commessa 3042/06)

OGGETTO: INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI E SULLE STRUTTURE

PRESIDIO OSPEDALIERO "SANTA MARIA" - TERNI

CANTIERE:	Presidio Ospedaliero "Santa Maria"
LOCALITÀ:	Terni
COMMITTENTE:	R.P.A. S.r.l. Strada del Colle 1A/1 Fontana (PG)

Direttore Tecnico *SGM S.r.l. - Ingegneria Sperimentale*
Dott. Ing. Alberto Bufali

SGS

Certificato N. IT98/0032

Il sistema di gestione per la qualità di

SGM Srl

Via Yurij Gagarin, 69/71 - 06070 S. MARIANO (PG) - Italia

è stato verificato e risulta conforme ai requisiti della norma ISO 9001:2000 valutato secondo le prescrizioni del documento SINCERT RT-05

Scopo della certificazione:

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Settore EA: 35, 28

La presente certificazione si intende riferita agli aspetti gestionali dell'impresa nel suo complesso ed è utilizzabile ai fini della qualificazione delle imprese di costruzione ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994 e successive modifiche e del D.P.R. 25 gennaio 2000 n. 34.

Prima emissione: 20/02/1998
Ultima emissione: 27/04/2006

Valido fino al 28/04/2009 subordinato all'esito soddisfacente delle attività di sorveglianza annuale.

Ulteriori spiegazioni riguardanti lo scopo e l'applicabilità dei requisiti ISO 9001:2000 possono essere ottenuti consultando l'organizzazione.

Informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione si possono ottenere inviando una fax al numero riportato nel presente certificato o all'indirizzo e-mail sgs.ssc.it@sgs.com

Autorizzato da
Paolo Pineschi

SGS ITALIA S.p.A. - Systems & Services Certification
Via G. Gozzi, 1/A 20129 MILANO - Italy
t +39 02 73 93 1 f +39 02 70 10 94 89 www.sgs.com

Pagina 1 di 1

Copia

INDICE

INDICE **3**

PREMESSA **4**

1. INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI **5**

1.1. METODOLOGIA DI INDAGINE 5
1.1.1. RILEVAZIONE DELLA DISPOSIZIONE DEI FERRI DI ARMATURA 5
1.1.2. INDAGINI ULTRASONICHE 5
1.1.3. PROVE A COMPRESSIONE SU CAROTE RICAVATE DA CLS INDURITO 5
1.1.4. PROVE DI TRAZIONE SU BARRE DI ARMATURA 5
1.2. RAPPORTI DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI 7

ALLEGATO A. RAPPORTO DI PROVA LABORATORIO SGM

ALLEGATO B. METODOLOGIA DELLE INDAGINI SPERIMENTALI ..... **I**

B.1. INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO II
B.1.1. Letture ultrasoniche II
B.1.2. Prove di compressione sui calcestruzzi VI
B.2. INDAGINI SPERIMENTALI SU BARRE DI ARMATURE VIII
B.2.1 Prove di trazione su barre di acciaio VIII
B.3. TARATURA DELLE ATTREZZATURE IX
B.3.1. Generalità IX
B.3.2. Attrezzature per indagini sperimentali sul calcestruzzo IX

PREMESSA

La *SGM S.r.l. - Ingegneria Sperimentale* è stata incaricata dell'esecuzione di indagini sperimentali sui materiali e sulle strutture presso il Presidio Ospedaliero "Santa Maria" sito a Terni.

Le indagini eseguite si articolano come specificato nella tabella seguente:

Indagini eseguite	Numero
Prelievo di carote in c.a. per prove in laboratorio	20
Prelievo di barre di armatura in acciaio per prove in laboratorio	11
Indagini ultrasoniche in situ sul calcestruzzo	30
Indagini pachometriche (tramite ferroscan) per il rilievo delle armature	44
Saggi diretti per il rilievo delle armature	17

Tali indagini, effettuate per conto della R.P.A. S.r.l. Strada del Colle 1A/1 Fontana -Perugia, sono state eseguite nei giorni 15, 16 e 17 Gennaio 2007 dai seguenti Tecnici SGM:

Dott. Ing. Gianluca Primi	*Responsabile*
Geom. Riccardo Antonini	*Sperimentatori prove esterne*
Sig. Enrico Brunelli	

alla presenza di:

Dott. Ing. Claudia Burini	*Per il Committente*
Geom. Mara Bartolini	*Per l'Azienda Ospedaliera*

1. INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

1.1. METODOLOGIA DI INDAGINE

1.1.1. RILEVAZIONE DELLA DISPOSIZIONE DEI FERRI DI ARMATURA

Tale indagine viene eseguita sull'elemento strutturale indagato (trave, pilastro o setto) mediante pachometro o mediante saggio diretto. Tale operazione deve essere eseguita inoltre evidenziando sia le barre longitudinali che le staffe. La necessità di eseguire tale fase operativa è legata all'esigenza di evitare l'intercettamento di barre d'armatura durante l'esecuzione delle letture ultrasoniche e durante l'operazione di carotaggio. Il pachometro utilizzato genera un campo magnetico tra i poli della sonda e quantifica, tramite lo strumento di misura, l'interferenza tra la sonda e un corpo magnetico (ferri di armatura).

1.1.2. INDAGINI ULTRASONICHE

Le indagini ultrasoniche permettono la determinazione dei tempi di propagazione di impulsi di vibrazione in strutture di calcestruzzo fra una o più coppie di punti di rilievo. Scopo dei rilievi è di dedurre essenzialmente la "velocità virtuale o apparente" di propagazione degli impulsi, intesa come rapporto fra distanza geometrica tra i punti di rilievo e tempo di transito rilevato. Per migliorare l'aderenza tra le sonde e la superficie di calcestruzzo ed eliminare le microasperità o vuoti che possono falsare la misura, su tali superfici è stata applicata una pasta da contatto. Norma di riferimento UNI 12504-4 / Gennaio 2005.

1.1.3. PROVE A COMPRESSIONE SU CAROTE RICAVATE DA CLS INDURITO

L'estrazione di carote viene di regola eseguita mediante una carotatrice di tipo adatto alla durezza del calcestruzzo ed al tipo di aggregato in esso contenuto. Il criterio che viene seguito nel corso dei prelievi è di ridurre al minimo il danneggiamento provocato dall'estrazione sul campione. Nel movimento di avanzamento la carotatrice deve essere esente da vibrazioni, per assicurare che il diametro della carota sia costante ed il suo asse rettilineo; pertanto essa deve essere rigida e correttamente ancorata. Il prelievo viene eseguito in posizione centrale su una area prestabilita, in direzione ortogonale alla superficie. Norma di riferimento per l'estrazione di campioni di calcestruzzo indurito: UNI 6132/Aprile 2002. Per l'esecuzione in Laboratorio delle prove a compressione su carote in calcestruzzo prelevate in sito, le norme di riferimento sono: UNI EN 12504-1/02, UNI EN 12390-3/03.

1.1.4. PROVE DI TRAZIONE SU BARRE DI ARMATURA

Tramite il prelievo di barre di acciaio da zone scarsamente sollecitate di elementi secondari, i provini sono stati sottoposti a sforzi di trazione, allo scopo di determinarne le caratteristiche meccaniche. La superficie del getto di calcestruzzo è stata intaccata mediante trapano ad elevato numero di giri, in modo da scoprire e prelevare un tratto di barra di acciaio di lunghezza superiore a 100 cm. La lunghezza libera della provetta fra i dispositivi di serraggio della macchina deve essere sufficiente per far sì che i riferimenti si trovino a opportuna distanza dai dispositivo di serraggio. Per l'esecuzione in Laboratorio delle prove di trazione su barre di armatura prelevate in sito, la norma di riferimento è: UNI EN ISO 15630-1/04.

In “Rapporti di prova – Indagini sui materiali”, sono riportate:

1) la dislocazione in pianta degli elementi indagati;
2) le tabelle e gli schemi grafici con i risultati delle indagini per ogni elemento:
    - saggi diretti e rilievi pachometrici delle armature;
    - indagini ultrasoniche;
    - prove di compressione su carote in cls;
    - prove di trazione su barre d’armatura.
3) la documentazione fotografica;
4) le tabelle riassuntive suddivise per blocchi.

In “Allegato A” sono riportati i “Rapporti di prova” relativi alle prove eseguite in Laboratorio, di cui:

- n. 20 prove di resistenza alla compressione e rilievi microsismici su carote in cls prelevate in sito,
- n. 11 prove di trazione su barre di armatura prelevate in sito.

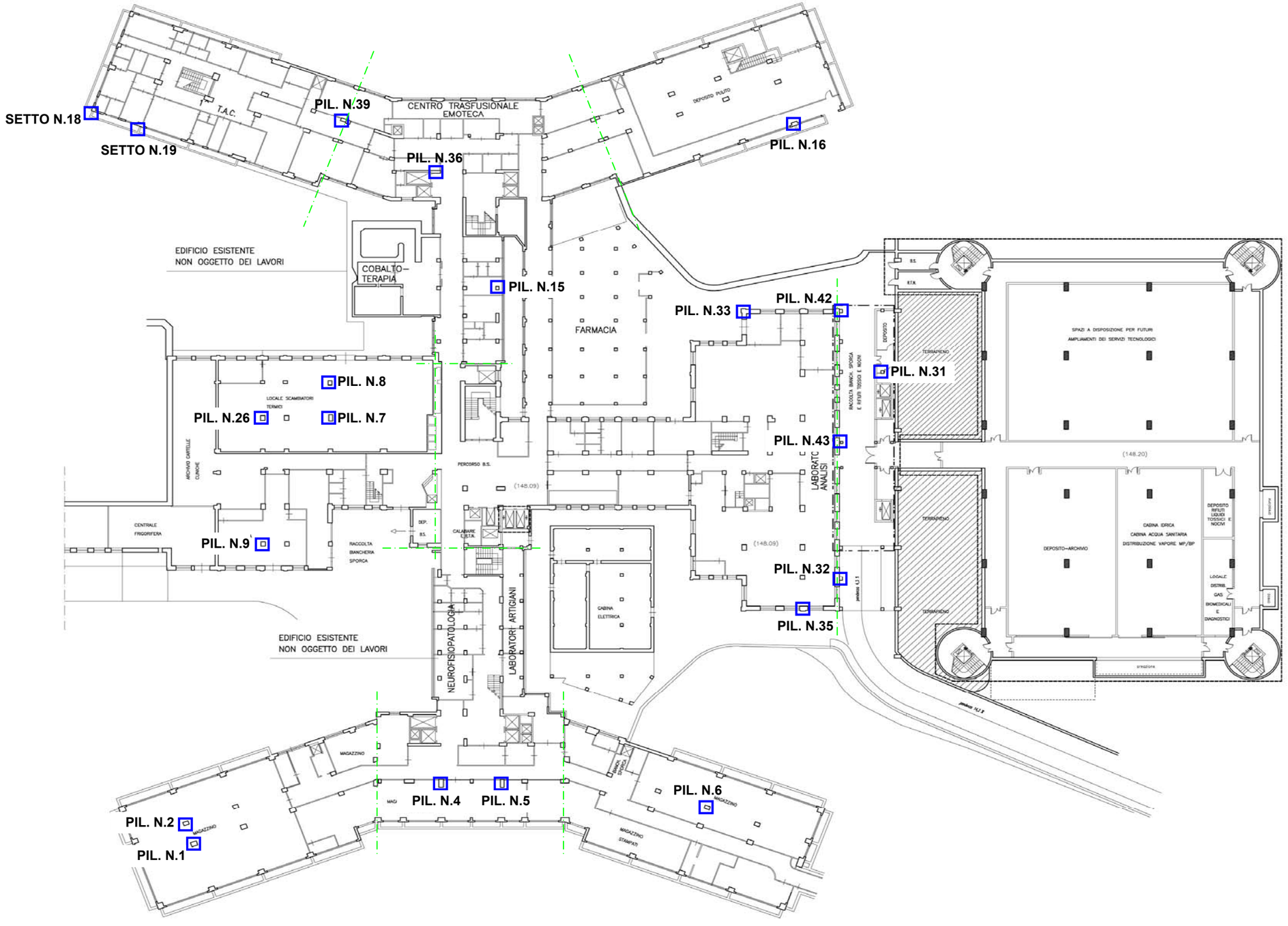
1.2. RAPPORTI DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

- Piano -2 Pag. 8
- Piano -1 Pag. 30
- Piano rialzato Pag. 41
- Piano 1° Pag. 45
- Dal Piano 2° al piano 7° Pag. 50

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DISLOCAZIONE DEGLI ELEMENTI INDAGATI - PIANO -2

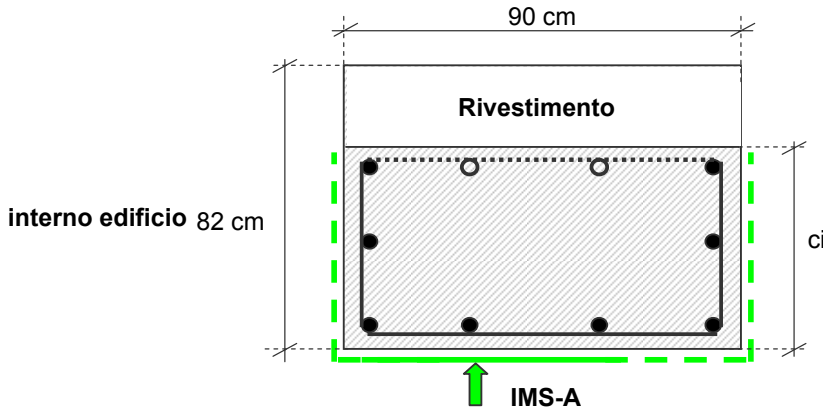


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 1 - BLOCCO 1 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



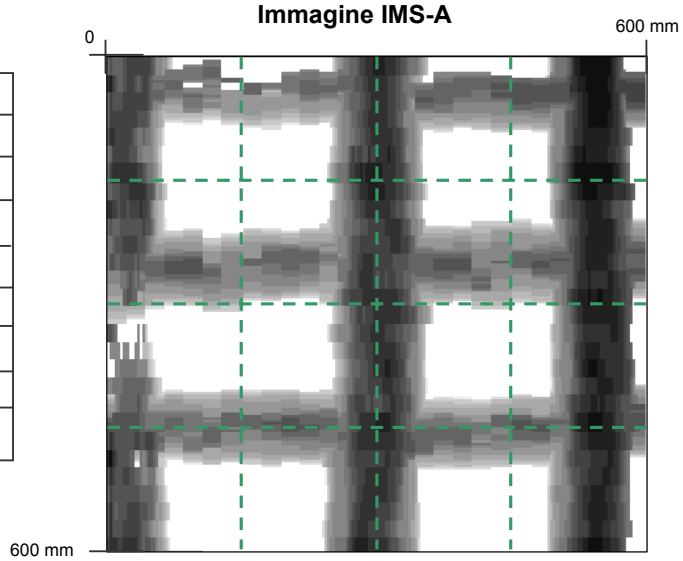
SEZIONE TRASVERSALE

IMS-A: Ferri verticali
Φ = 24-26 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
— Armatura rilevata con pachometro
— Armatura rilevata direttamente
···· Armatura ipotizzata
- - - Rilievo pachometrico
⇨ IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

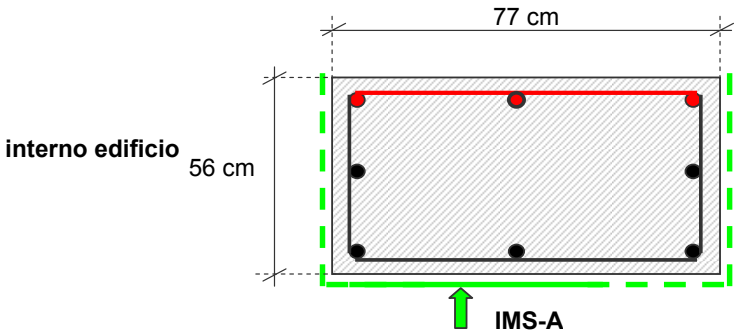
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni		Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
		Diametro [cm]	Altezza [cm]			
1	1526	9,44	9,43	22/01/2007	**38,1**	**4366**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 2 - BLOCCO 1 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



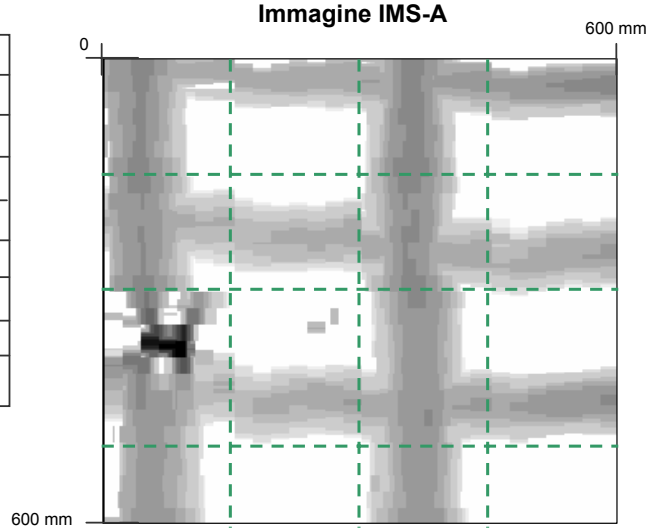
SAGGIO: Ferri verticali
Φ = 24 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]	
1	6	36,7	382,3	463,3	30,9	0,242	

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

Indagine numero	*Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
1	54	129,6	4167	**4158**
2	54	130,0	4154	
3	54	130,0	4154	

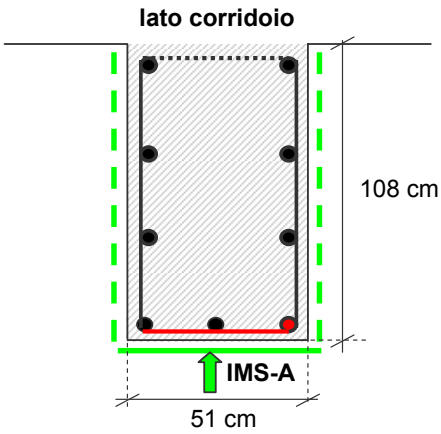
*** LE INDAGINI SONO STATE ESEGUITE PREVIA ASPORTAZIONE LOCALIZZATA DELL'INTONACO.**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 4 - BLOCCO 2 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



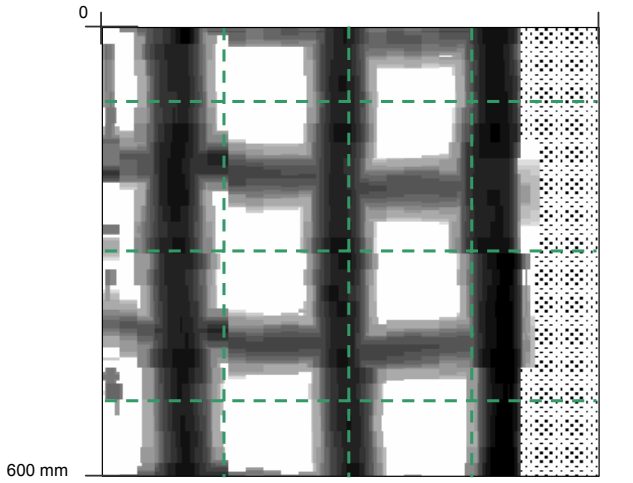
SAGGIO: Ferri verticali
Φ = 24 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
2	1516	9,44	9,44	22/01/2007	**34,5**	**4252**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

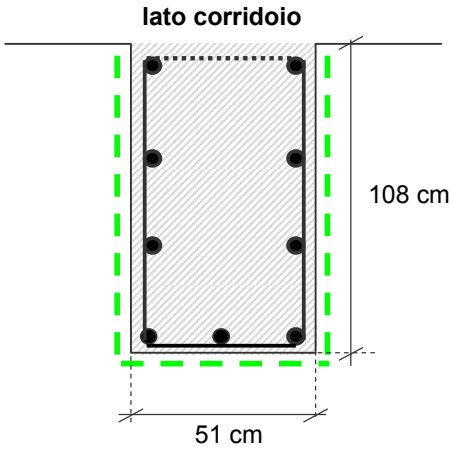
Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
2	6	31,0	369,6	477,5	32,5	0,255

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 5 - BLOCCO 2 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



QUICKSCAN: Staffe
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
— Armatura rilevata con pachometro
— Armatura rilevata direttamente
···· Armatura ipotizzata
- - - Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

Indagine numero	*Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
4	49	122,0	4016	**3990**
5	49	123,0	3984	
6	49	123,4	3971	

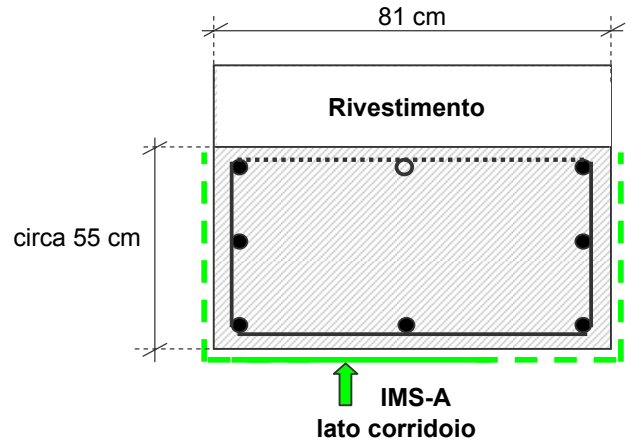
*** LE INDAGINI SONO STATE ESEGUITE PREVIA ASPORTAZIONE LOCALIZZATA DELL'INTONACO.**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 6 - BLOCCO 3 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



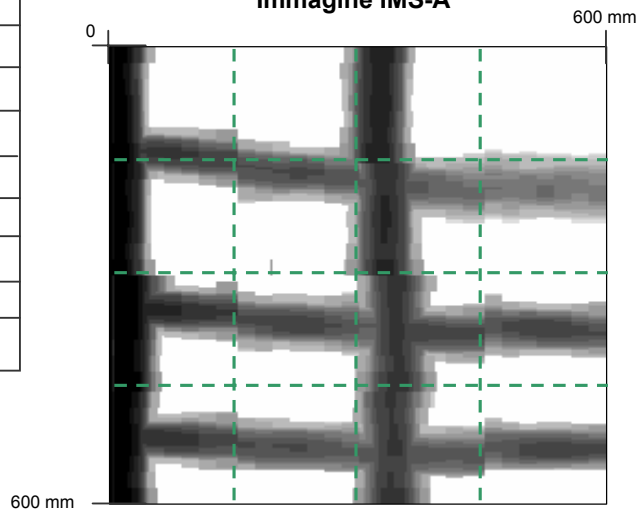
IMSA-A: Ferri verticali
Φ = 24-26 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =15-20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

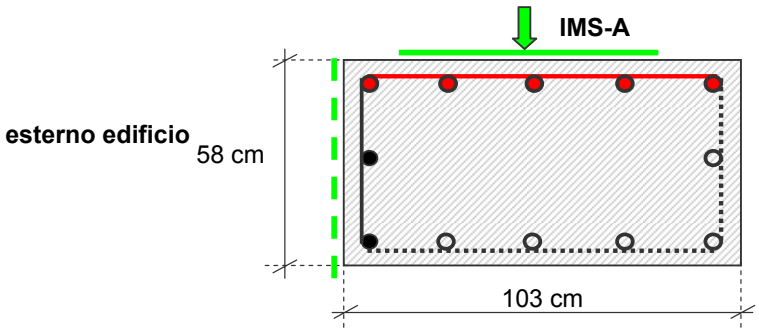
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
3	1489	9,44	9,43	22/01/2007	**24,7**	**3865**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 7 - BLOCCO 4 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



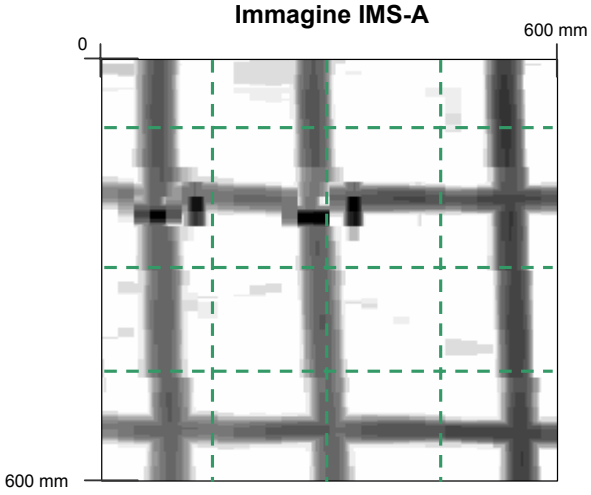
SAGGIO: Ferri verticali
Φ = 24 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce
Passo =30 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
4	1454	9,44	9,44	22/01/2007	**20,1**	**3189**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

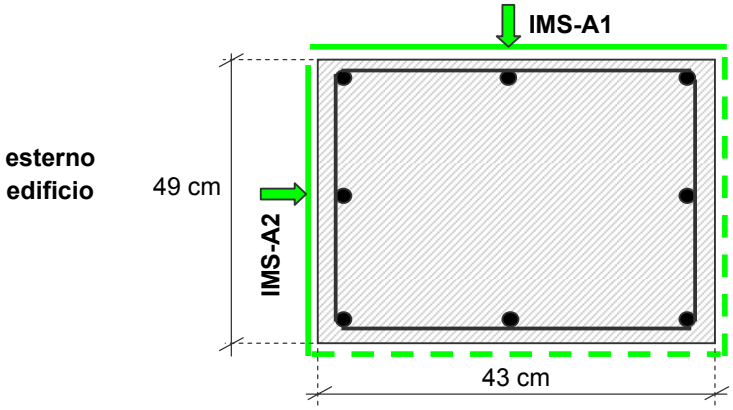
Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
3	24	24,0	408,1	522,7	441,8	3,468

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 8 - BLOCCO 4 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



IMSA-A1, IMS-A2: Ferri verticali:
angolari Φ = 20-22 mm
centrali Φ = 14-16 mm

IMSA-A1, IMS-A2: Staffe Φ = 6 mm
Passo =30 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A1

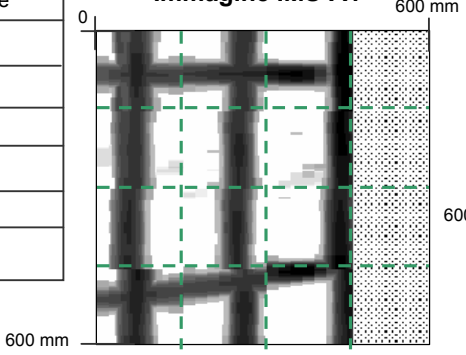
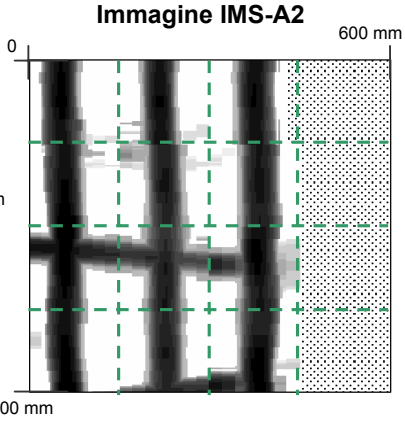


Immagine IMS-A2



INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

Indagine numero	*Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
7	40	121,6	3289	
8	40	122,0	3279	**3297**
9	40	120,4	3322	

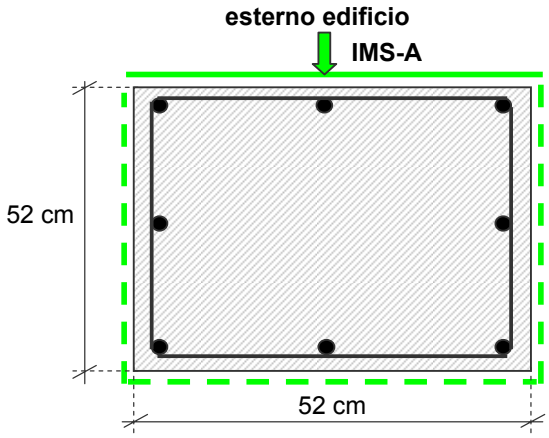
*** LE INDAGINI SONO STATE ESEGUITE PREVIA ASPORTAZIONE LOCALIZZATA DELL'INTONACO.**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 9 - BLOCCO 4 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



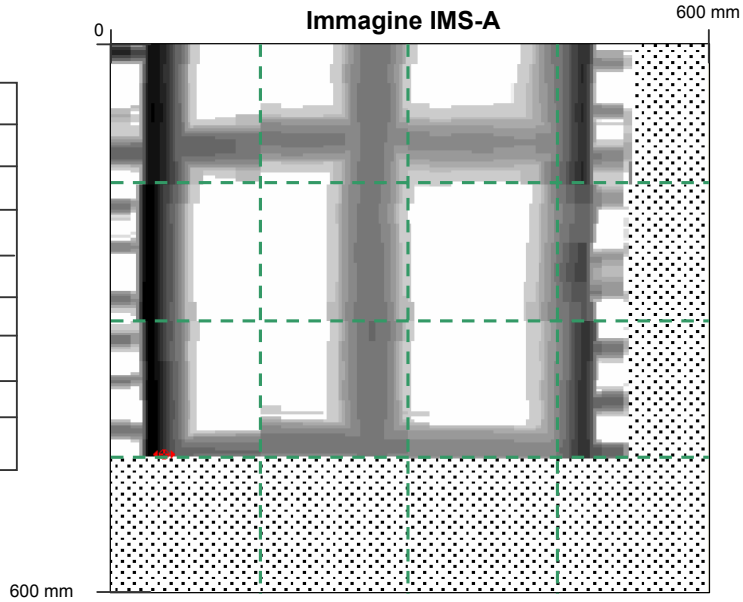
IMSA-A: Ferri verticali:
angolari Φ = 20-22 mm
centrali Φ = 14-16 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =30 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



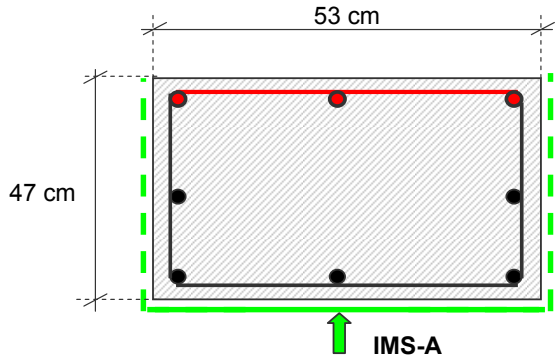
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 15 - BLOCCO 8 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

esterno edificio



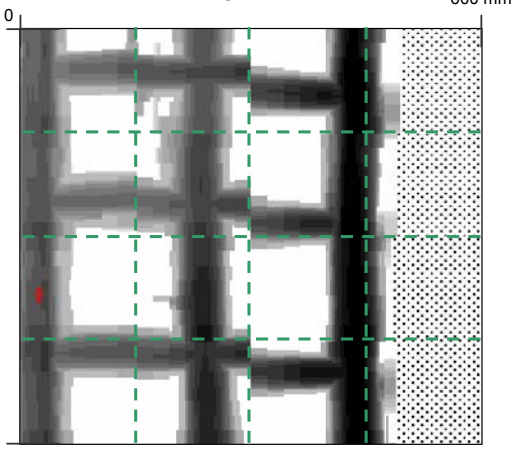
SAGGIO: Ferri verticali
Φ = 18 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
6	1554	9,44	9,44	22/01/2007	**15,7**	**3603**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
4	6	28,3	418,2	672,4	31,1	0,244

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

Indagine numero	Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
10	50	141,3	3539	**3546**
11	50	140,1	3569	
12	50	141,6	3531	

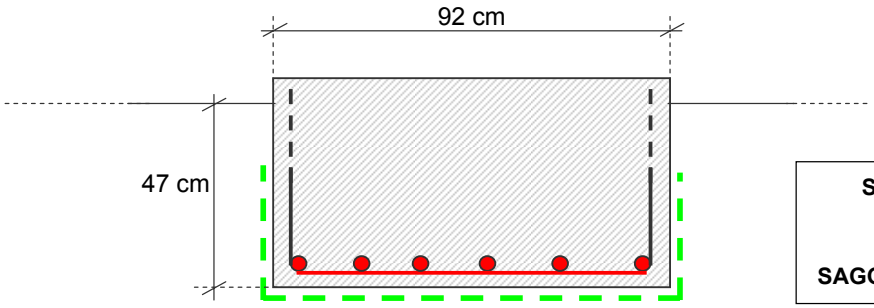
*** LE INDAGINI SONO STATE ESEGUITE PREVIA ASPORTAZIONE LOCALIZZATA DELL'INTONACO.**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 16 - BLOCCO 9 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



esterno edificio

SAGGIO: Ferri verticali
Φ = 24 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni		Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
		Diametro [cm]	Altezza [cm]			
5	1486	9,44	9,44	22/01/2007	**24,2**	**3901**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

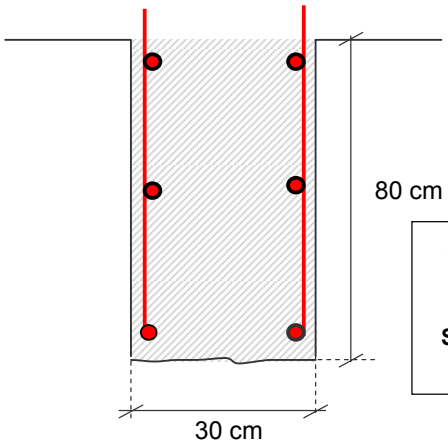
Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
5	6	31,7	315,2	472,9	29,2	0,229

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

SETTO N. 18 - BLOCCO 7 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO



esterno edificio

SAGGIO: Ferri verticali Φ = 14 mm lisci
Passo = 40 cm

SAGGIO: Ferri orizzontali Φ = 12 mm lisci
Passo =40 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
7	1553	9,44	9,45	22/01/2007	**52,4**	**4678**

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE DI ARMATURA

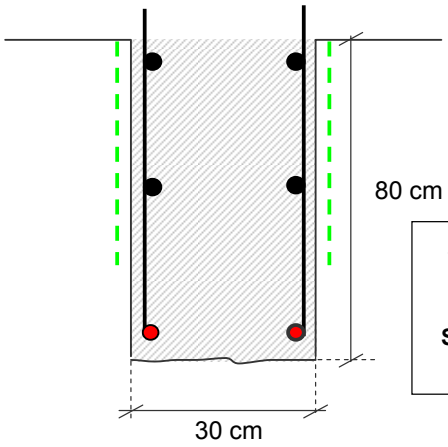
Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
6	14	30,0	439,1	559,5	155,3	1,219
7	12	25,5	363,9	512,7	111,6	0,876

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

SETTO N. 19 - BLOCCO 7 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



esterno edificio

SAGGIO: Ferri verticali Φ = 14 mm lisci
Passo = 40 cm

SAGGIO: Ferri orizzontali Φ = 12 mm lisci
Passo =40 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

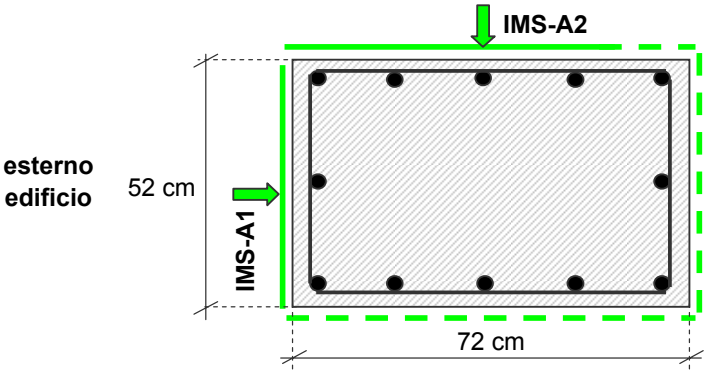
Indagine numero	Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
13	30	75,0	4000	**3995**
14	30	74,9	4005	
15	30	75,4	3979	

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 26 - BLOCCO 4 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

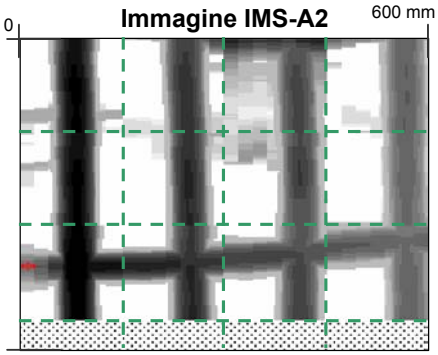


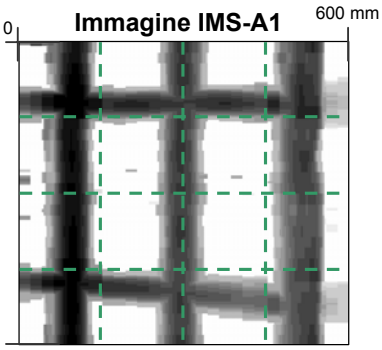
SEZIONE TRASVERSALE

IMS-A1, IMS-A2: Ferri verticali:
angolari Φ = 20-22 mm
centrali Φ = 14-16 mm

IMS-A1, IMS-A2: Staffe Φ = 6 mm
Passo =30-35 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner





PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

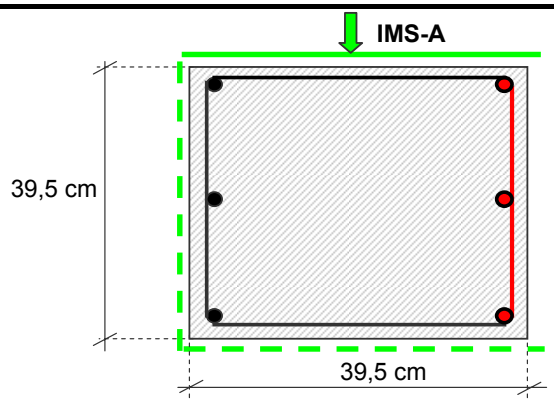
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
8	1419	9,44	9,45	22/01/2007	**17,1**	**3691**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 31 - BLOCCO 6 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



IMS-A: Ferri verticali:
Φ = 18 mm lisci

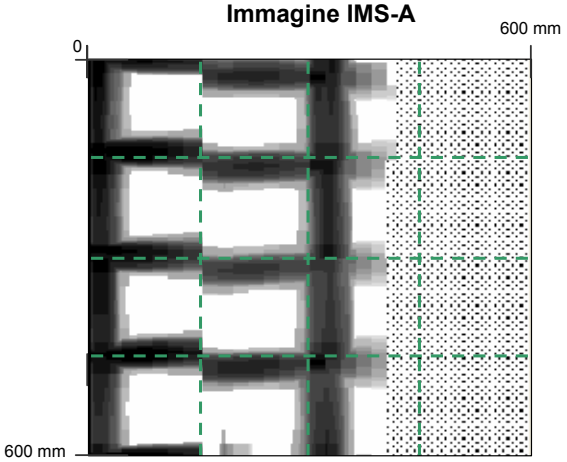
IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =15 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

lato blocco 5

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
— Armatura rilevata con pachometro
— Armatura rilevata direttamente
···· Armatura ipotizzata
- - - Rilievo pachometrico
⇨ IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
9	1539	9,44	9,45	22/01/2007	**43,0**	**4543**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
9	6	26,3	390,4	499,3	31,2	0,245

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

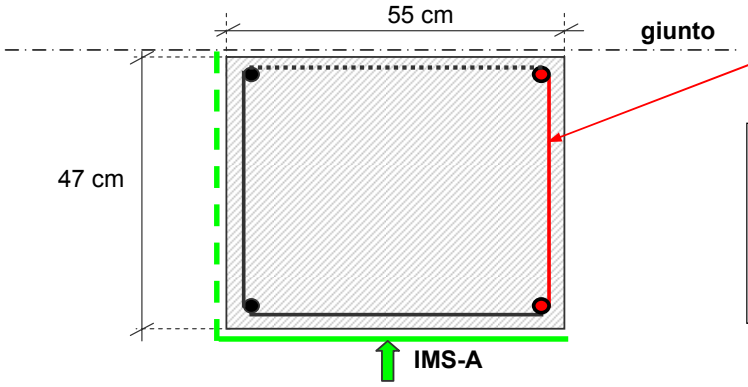
Indagine numero	Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
16	39,5	90,2	4379	
17	39,5	90,2	4379	**4366**
18	39,5	91,0	4341	

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 32 - BLOCCO 6 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



La disposizione delle staffe non risulta perfettamente orizzontale

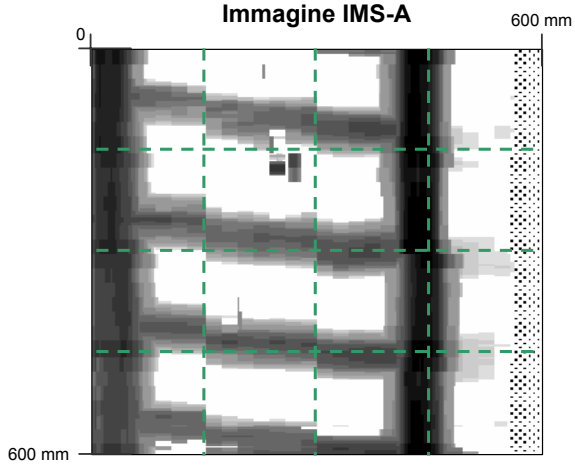
IMS-A: Ferri verticali:
Φ = 22 mm lisci

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =15 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
10	1493	9,44	9,45	22/01/2007	**26,7**	**4181**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
10	6	28,0	415,9	527,9	31,3	0,245

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

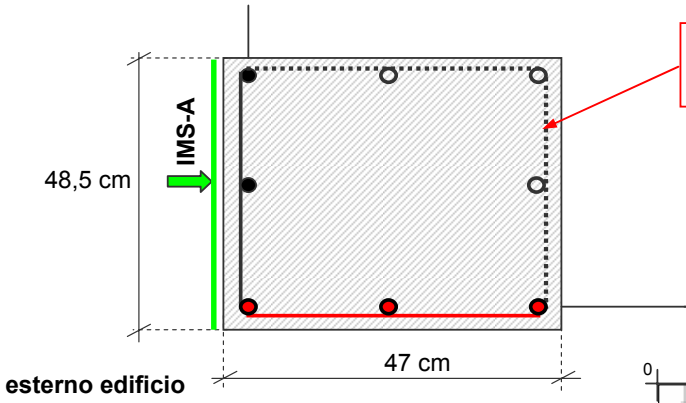
Indagine numero	Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
19	55,0	133,5	4120	
20	55,0	134,2	4098	**4108**
21	55,0	134,0	4104	

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

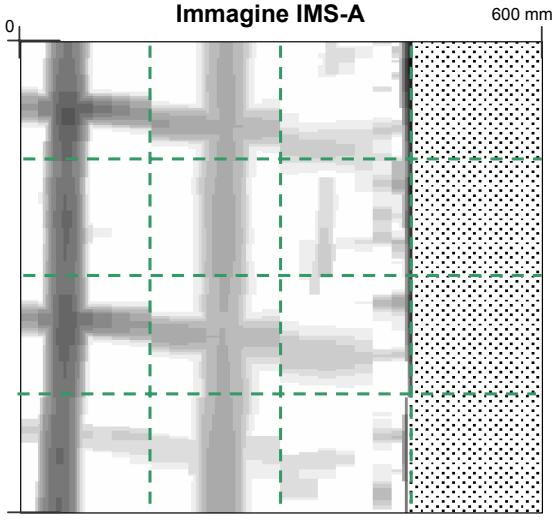
PILASTRO N. 33 - BLOCCO 5 - PIANO -2

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
11	1479	9,44	9,45	22/01/2007	**15,3**	**3526**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]
11	6	38,0	348,0	475,9	28,2	0,221

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

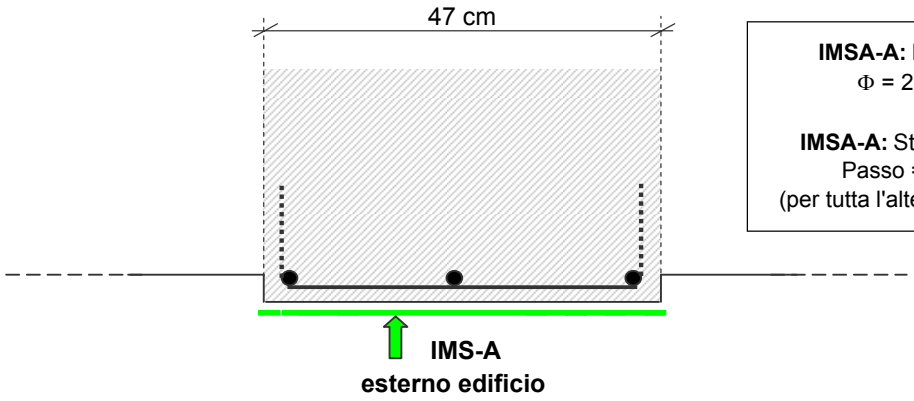
Indagine numero	Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
22	47,0	120,4	3904	
23	47,0	121,2	3878	**3893**
24	47,0	120,6	3897	

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 35 - BLOCCO 5 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



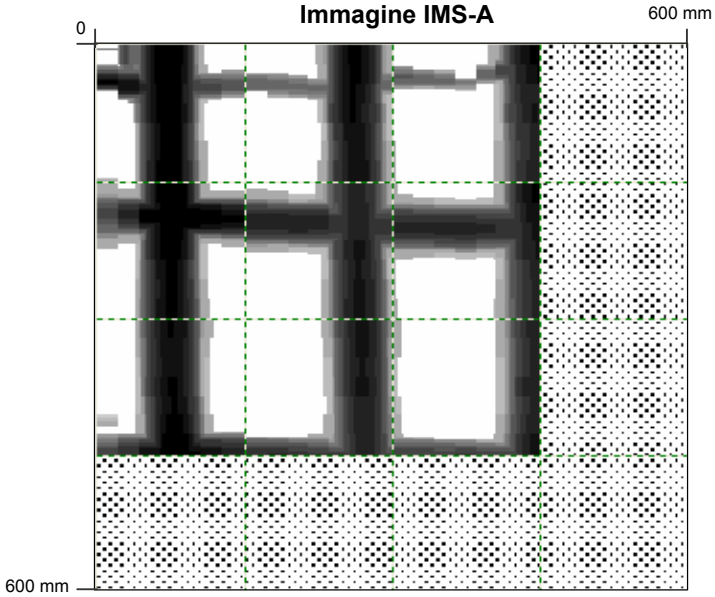
IMSA-A: Ferri verticali
Φ = 22-24 mm

IMSA-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20-25 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A

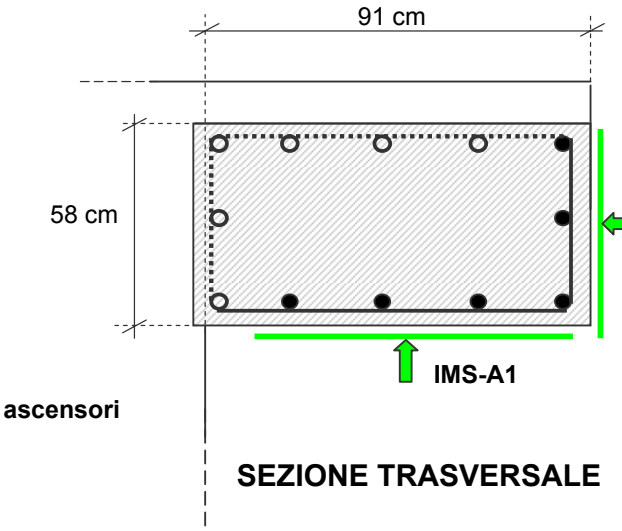


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 36 - BLOCCO 8 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



IMSA-A1, IMS-A2: Ferri verticali
Φ = 22-24 mm

IMSA-A1, IMS-A2: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A1

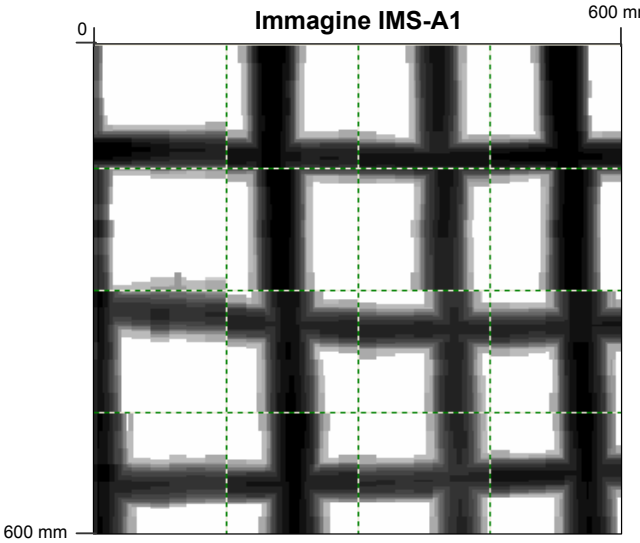
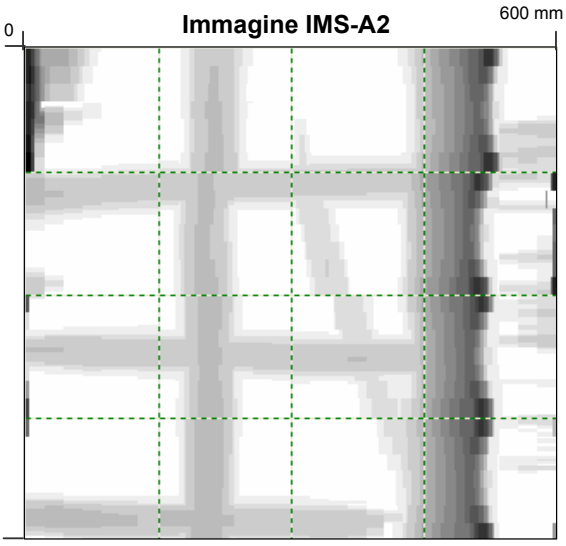


Immagine IMS-A2

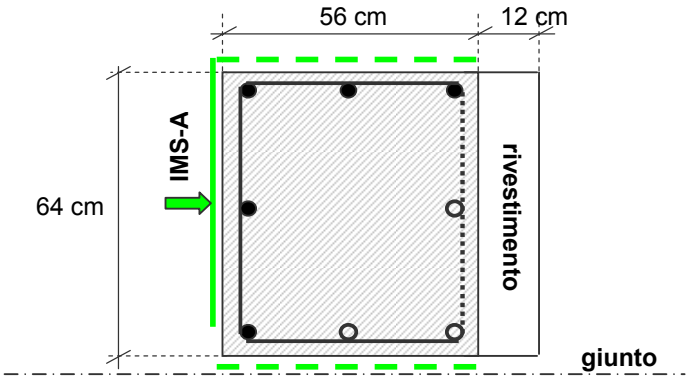


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 39 - BLOCCO 7 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

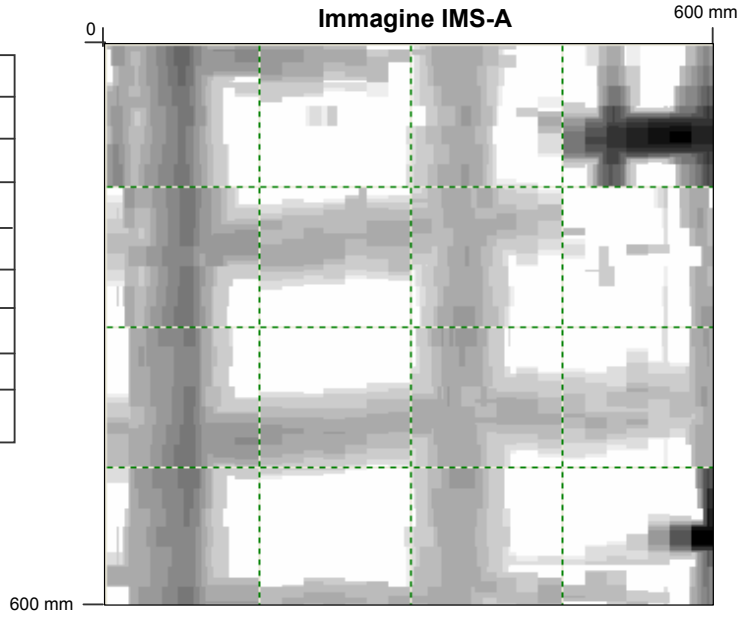


IMSA-A: Ferri verticali:
Φ = 22-24 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

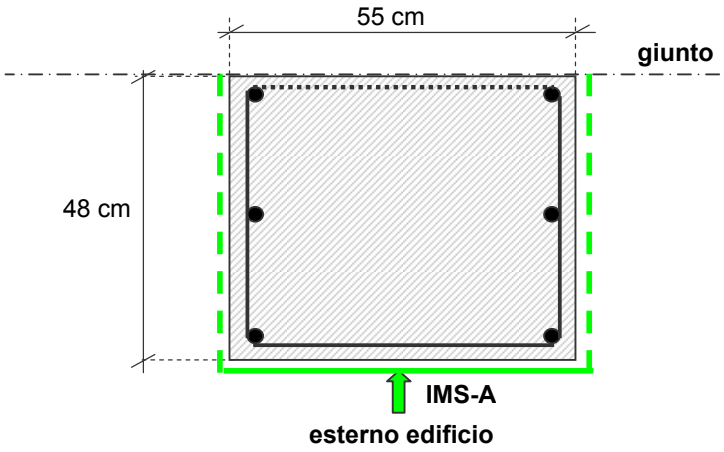


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 42 - BLOCCO 6 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



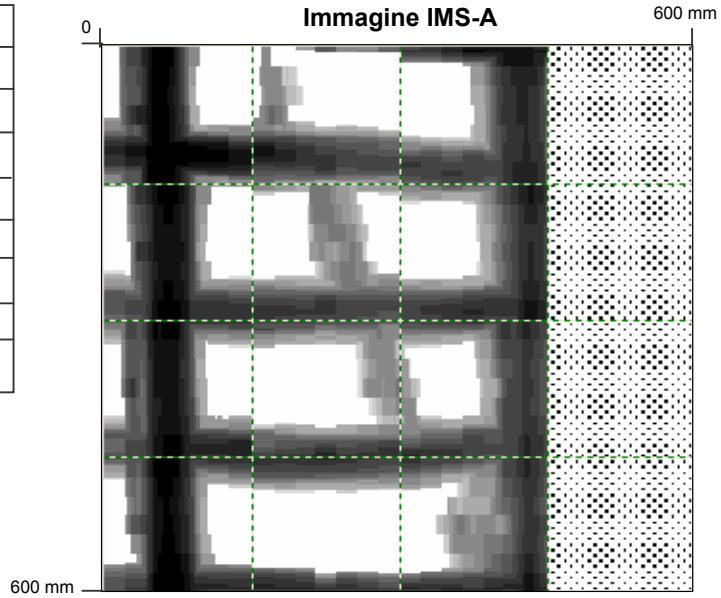
SEZIONE TRASVERSALE

IMSA-A: Ferri verticali
Φ = 20-22 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =15-20 cm

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A

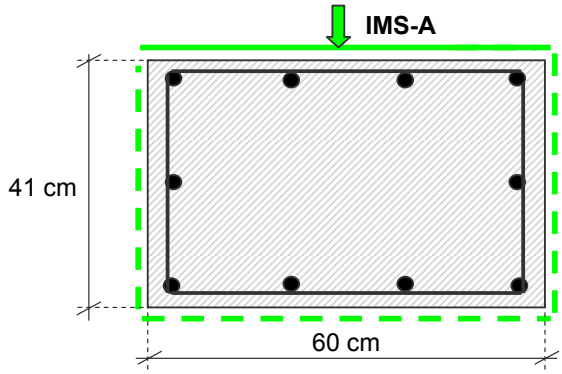


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 43 - BLOCCO 6 - PIANO -2

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



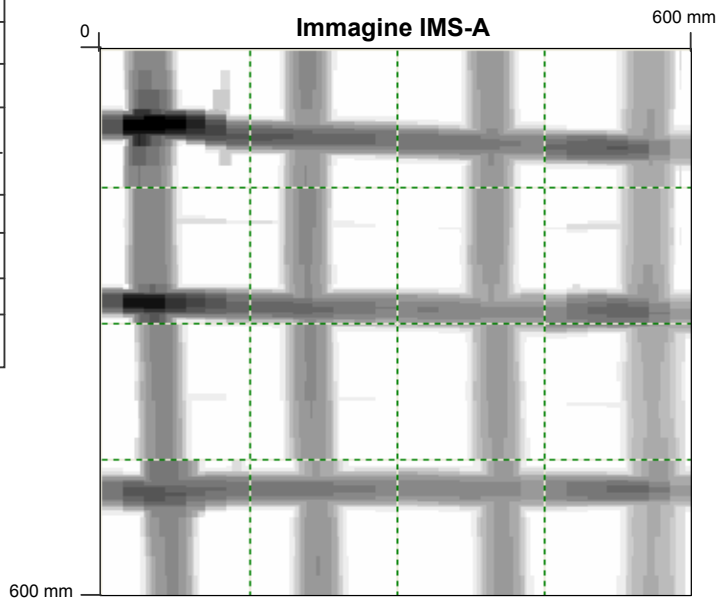
IMSA-A: Ferri verticali
Φ = 20-22 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

lato blocco 5

SEZIONE TRASVERSALE

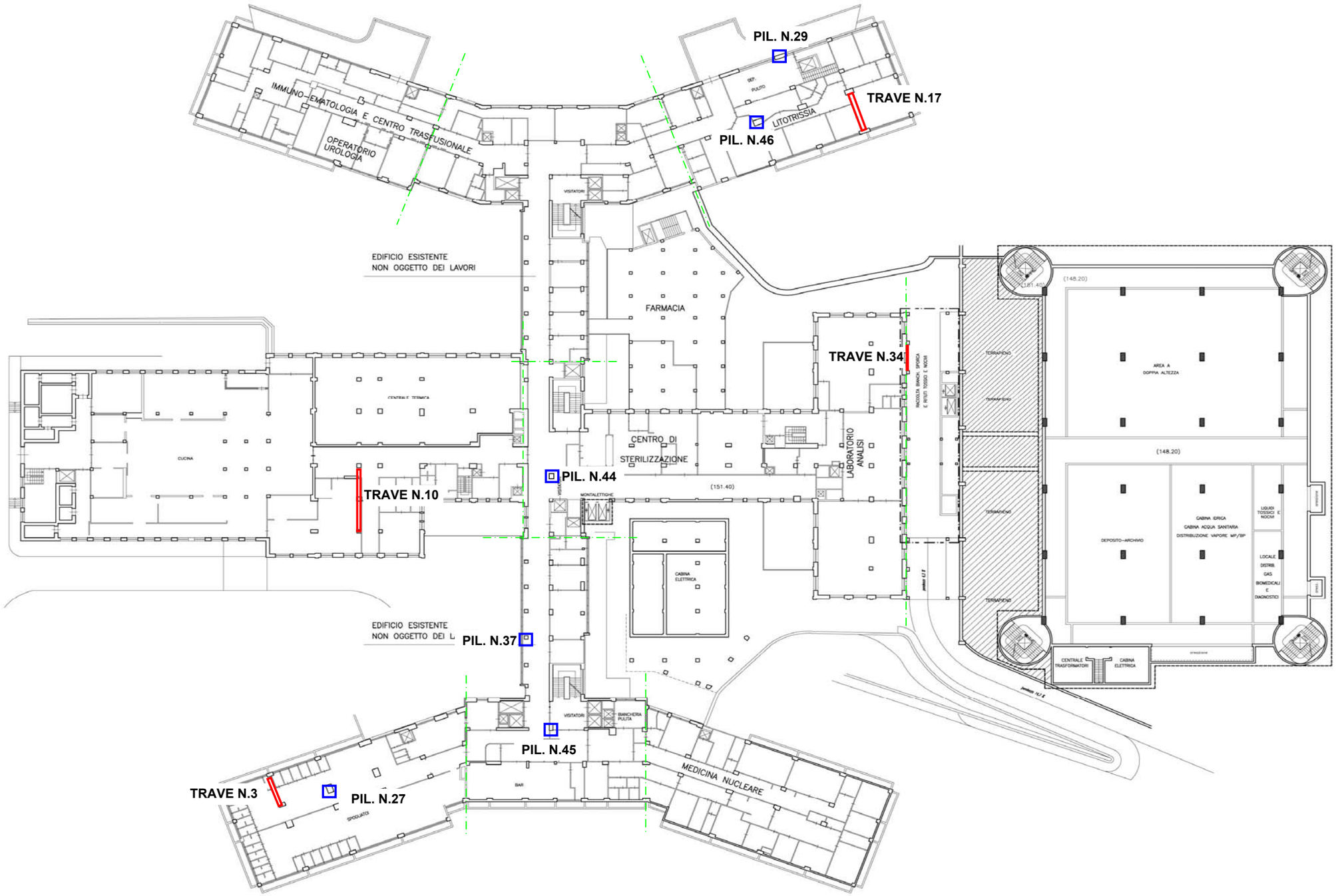
Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner



RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DISLOCAZIONE DEGLI ELEMENTI INDAGATI - PIANO -1



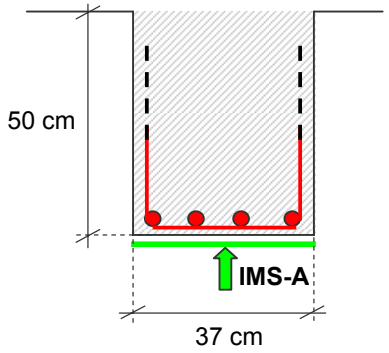
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

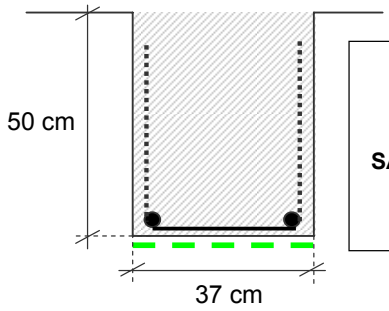
TRAVE N. 3 - BLOCCO 1 - PIANO -1

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

INTRADOSSO SOLAIO PIANO -1



SEZIONE TRASVERSALE L/2



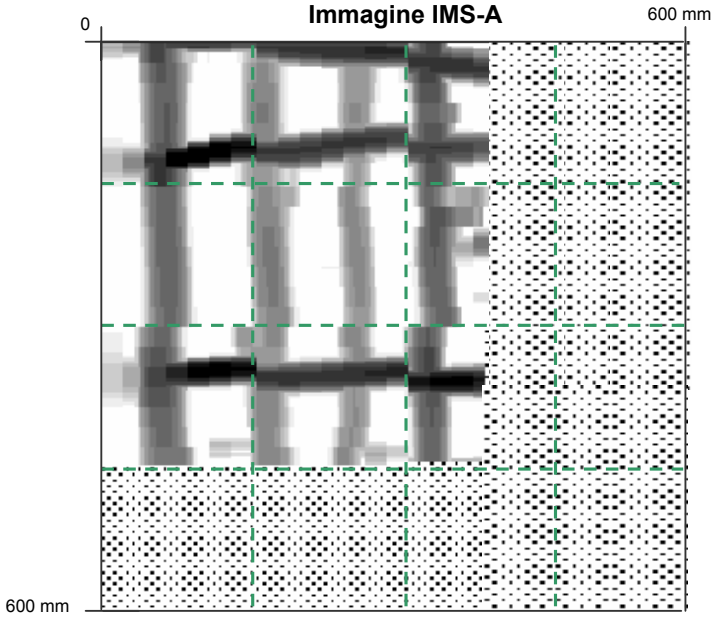
SEZIONE TRASVERSALE APPOGGI

SAGGIO: Ferri longitudinali
Φ = 18 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 8 mm lisce
Passo =20 cm
(per tutta la luce della trave)

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



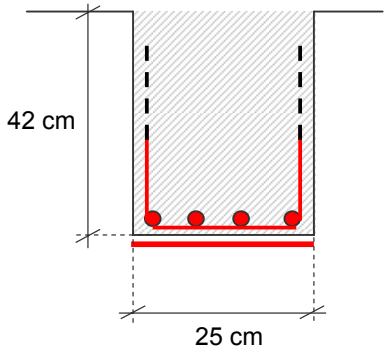
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

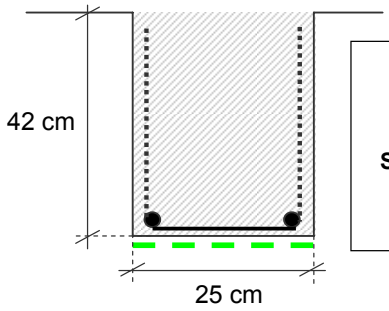
TRAVE N. 10 - BLOCCO 4 - PIANO -1

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

INTRADOSSO SOLAIO PIANO -1



SEZIONE TRASVERSALE L/2



SEZIONE TRASVERSALE APPOGGI

SAGGIO: Ferri longitudinali
Φ = 16 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce
Passo =20-25 cm
(per tutta la luce della trave)

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

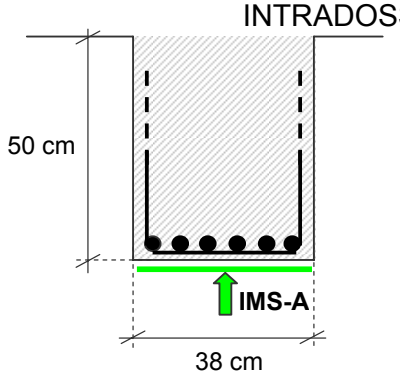
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

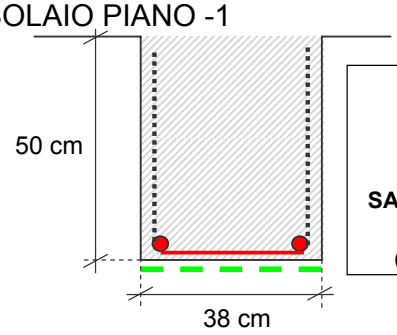
TRAVE N. 17 - BLOCCO 9 - PIANO -1

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

INTRADOSSO SOLAIO PIANO -1



SEZIONE TRASVERSALE L/2



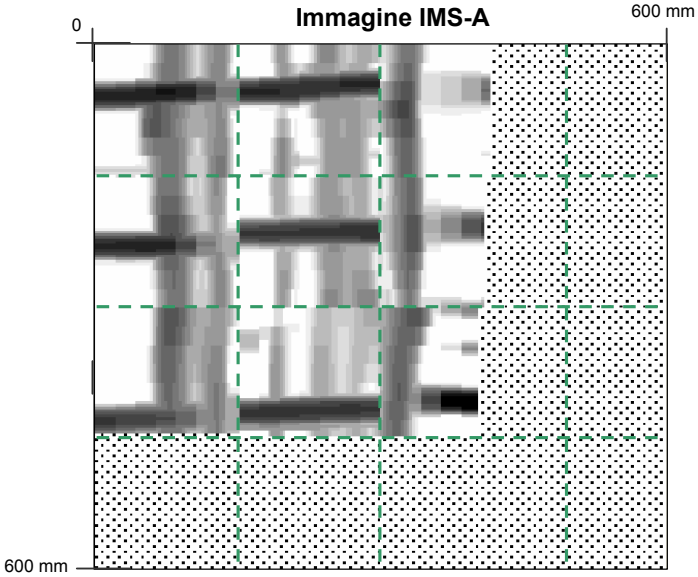
SEZIONE TRASVERSALE APPOGGI

SAGGIO: Ferri longitudinali
Φ = 20 mm lisci (appoggi)
Φ = 18-20 mm (L/2)

SAGGIO: Staffe Φ = 10 mm lisce
Passo =20 cm
(per tutta la luce della trave)

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

Indagine numero	Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
25	35	87,7	3991	
26	35	87,3	4009	**3995**
27	35	87,8	3986	

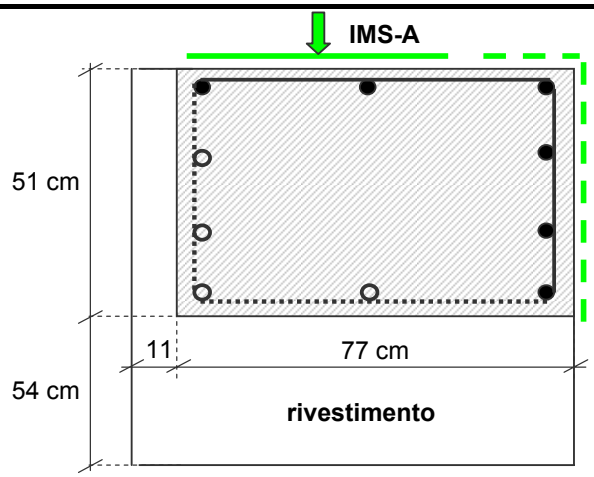
*** LE INDAGINI SONO STATE ESEGUITE PREVIA ASPORTAZIONE LOCALIZZATA DELL'INTONACO.**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 27 - BLOCCO 1 - PIANO -1

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



IMSA-A: Ferri verticali:
Φ = 22-24 mm

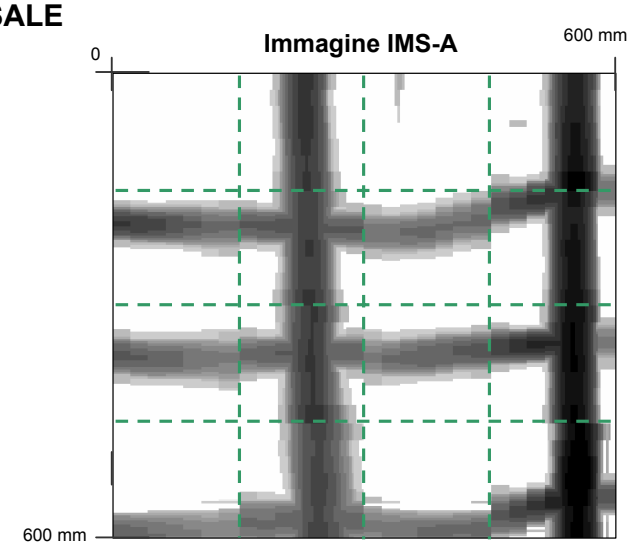
IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =15-20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

lato esterno edificio

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

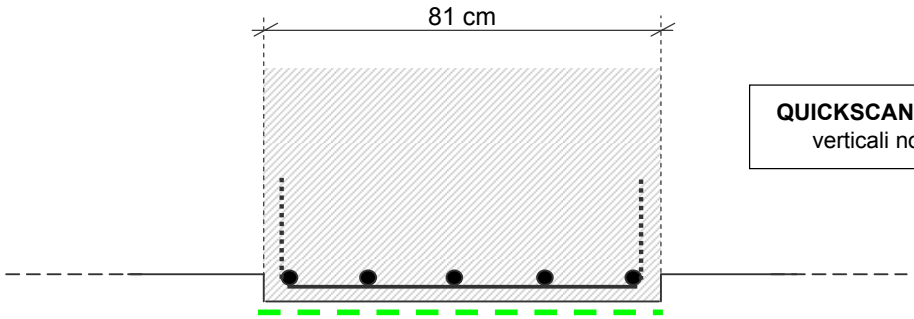
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
12	1504	9,44	9,44	22/01/2007	**39,3**	**4069**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 29 - BLOCCO 9 - PIANO -1

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



QUICKSCAN: Diametro ferri verticali non rilevabile

esterno edificio

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

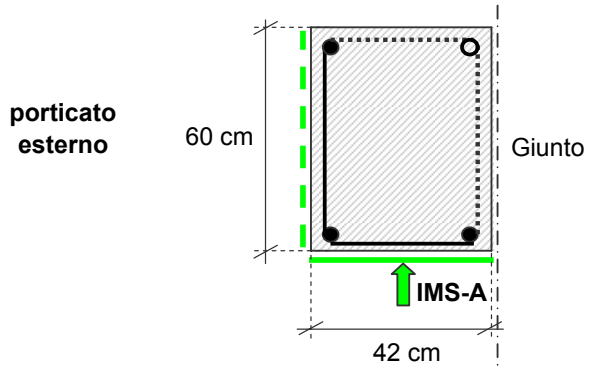
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni		Data prova	Rottura a compressione [N/mm^2]	Ultrasuoni diretti [m/s]
		Diametro [cm]	Altezza [cm]			
13	1500	9,44	9,45	22/01/2007	**28,9**	**4073**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TRAVE N. 34 - BLOCCO 6 - PIANO -1

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



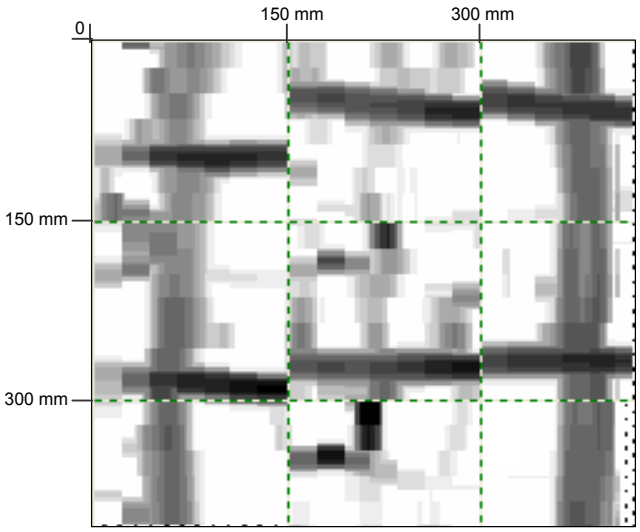
IMS-A: Ferri longitudinali
Φ = 18-20 mm lisci

IMS-A: Staffe Φ = 8-10 mm lisce
Passo =20 cm
(per tutta la luce della trave)

SEZIONE TRASVERSALE L/2

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A

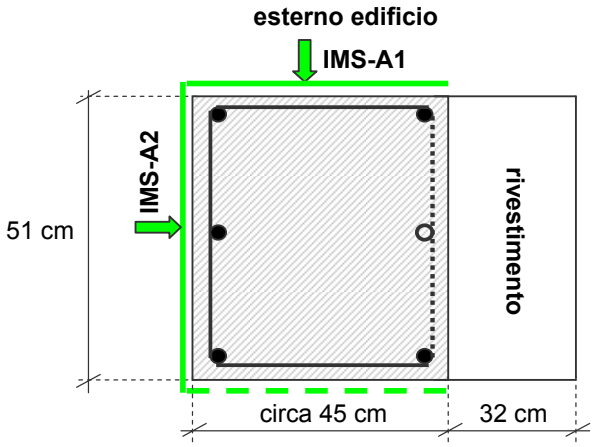


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 37 - BLOCCO 2 - PIANO 1°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

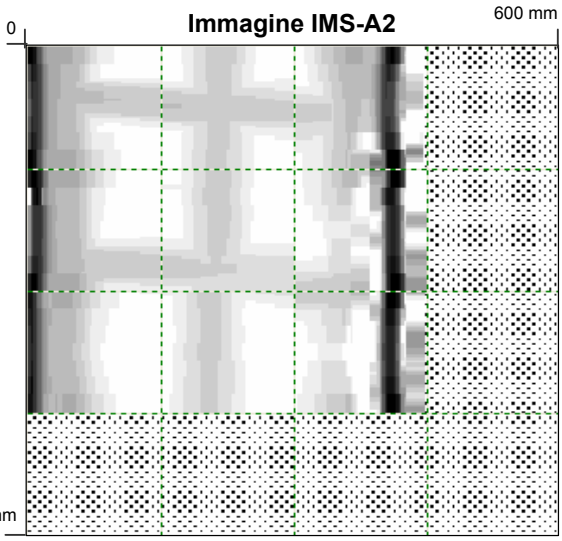


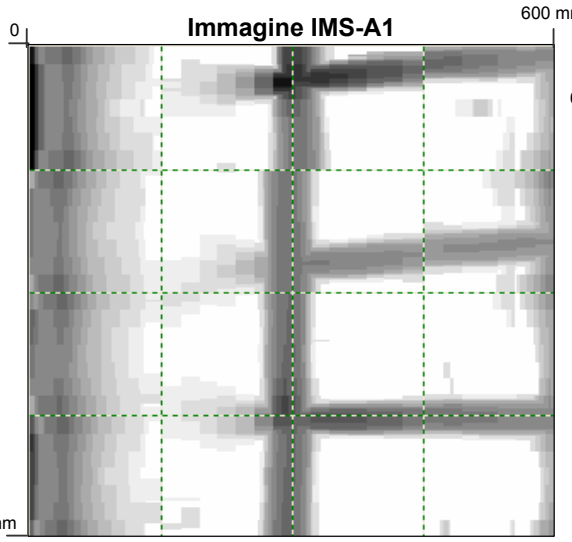
IMSA-A1, IMS-A2: Ferri verticali:
Φ = 22-24 mm

IMSA-A1, IMS-A2: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner



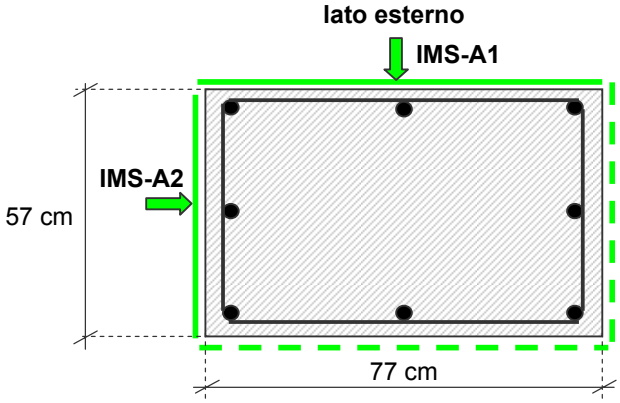


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 44 - BLOCCO 5 - PIANO -1

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

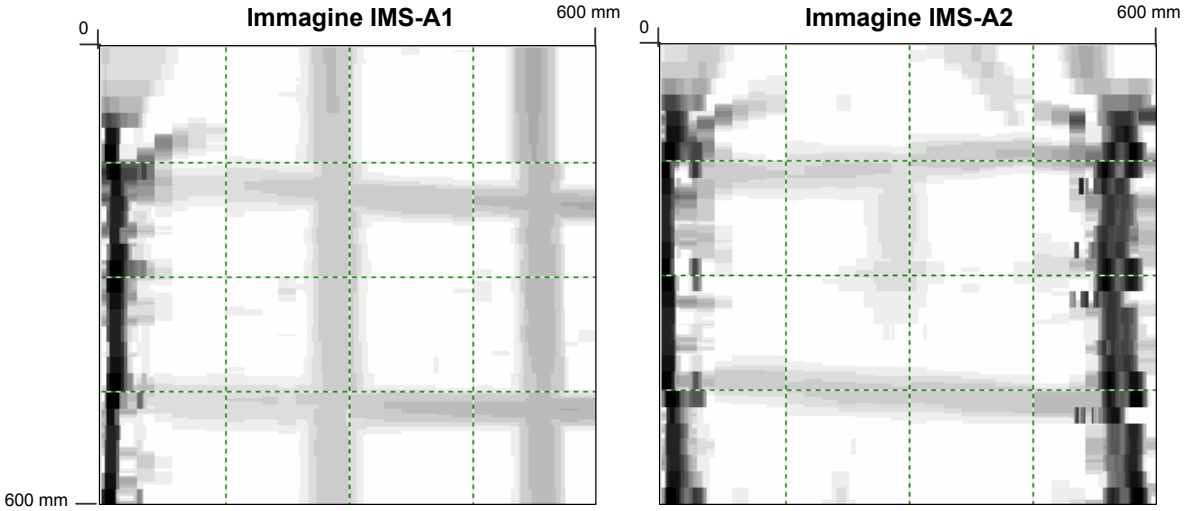


SEZIONE TRASVERSALE

IMS-A1, IMS-A2: Diametro dei ferri verticali non stimabile per la presenza di rivestimento sulla superficie del pilastro

IMS-A1, IMS-A2: Staffe
Passo = 30 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner



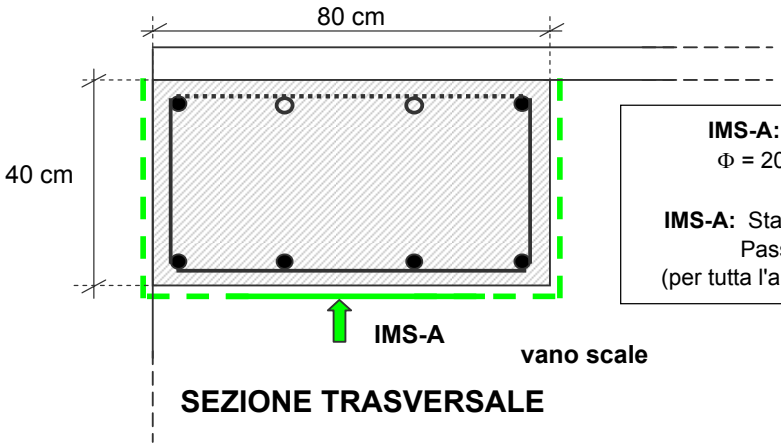
Immagini ferroscan attenuate per la presenza di rivestimento sulla superficie del pilastro

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 45 - BLOCCO 2 - PIANO -1

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



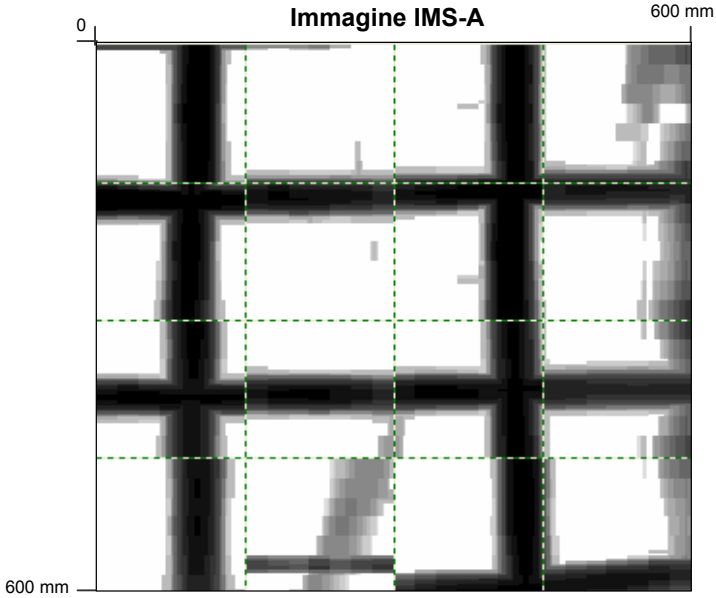
SEZIONE TRASVERSALE

IMS-A: Ferri verticali
Φ = 20-22 mm lisci

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm lisce
Passo =25 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A

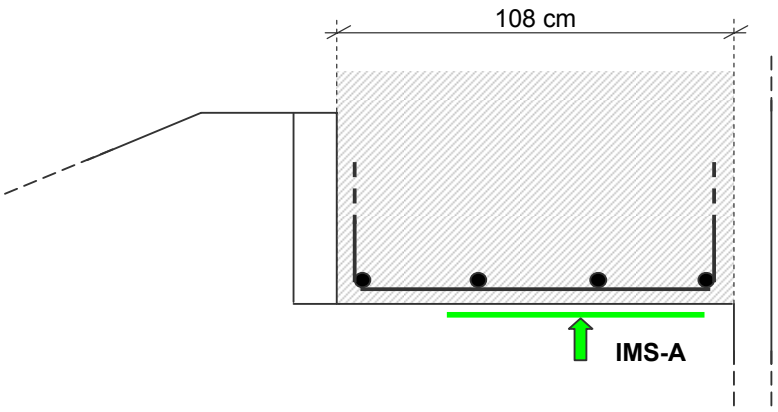


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 46 - BLOCCO 9 - PIANO -1

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



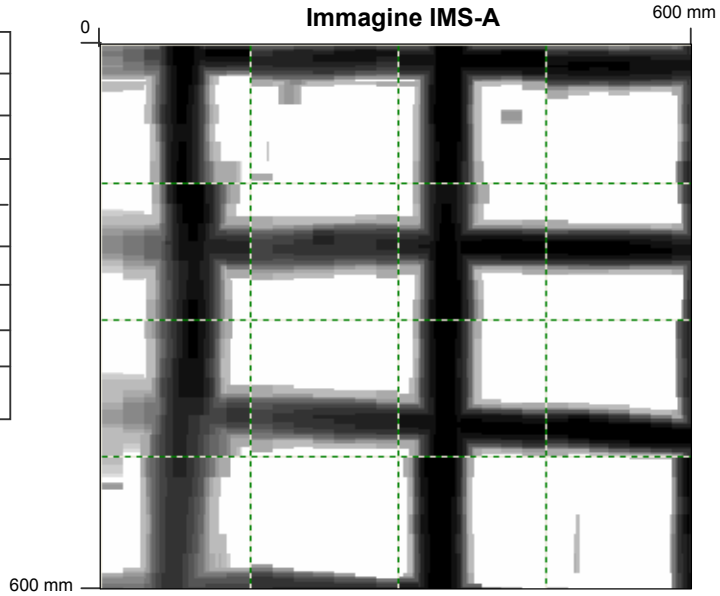
IMS-A: Ferri verticali
Φ = 20-22 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

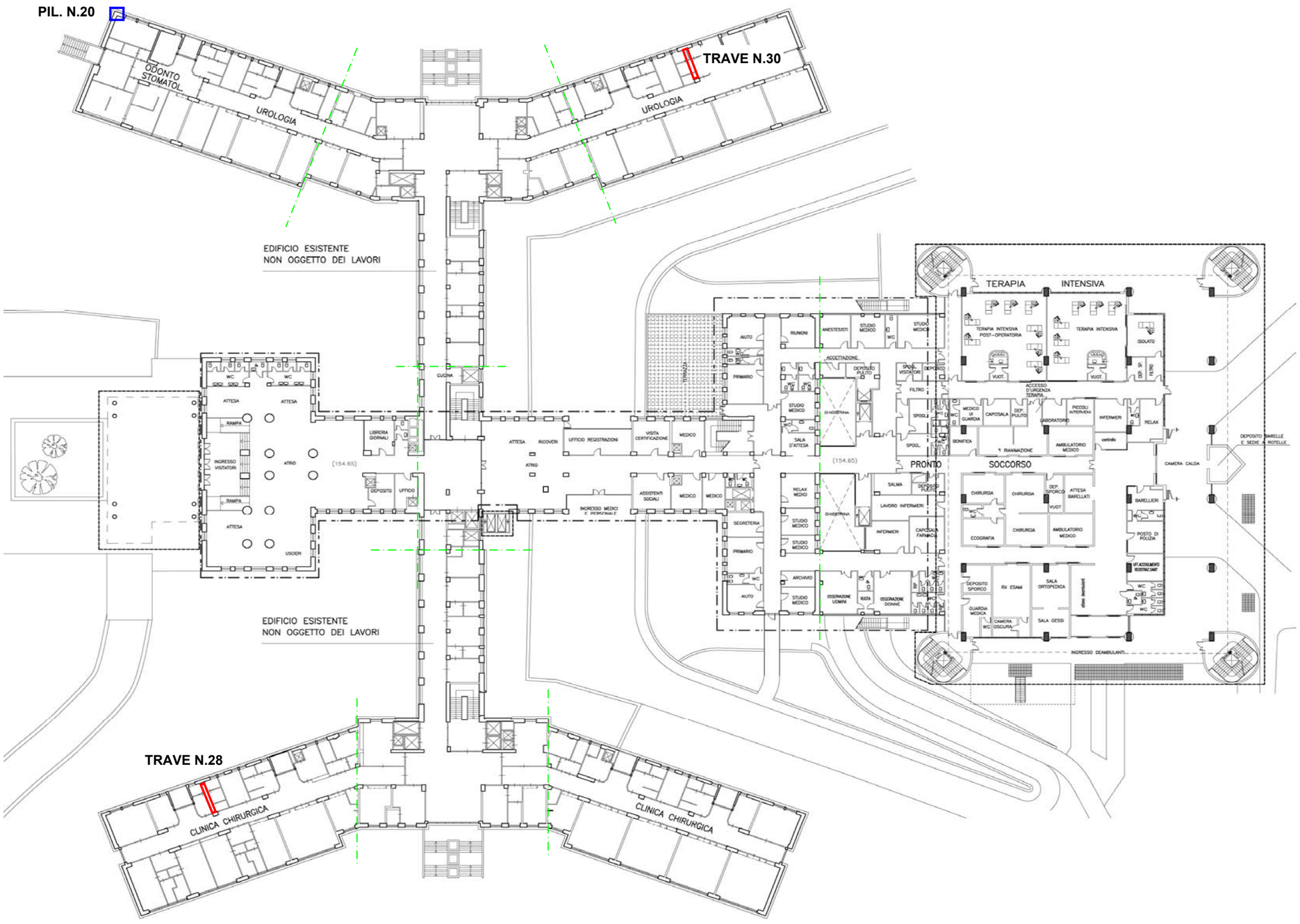
Immagine IMS-A



RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DISLOCAZIONE DEGLI ELEMENTI INDAGATI - PIANO RIALZATO

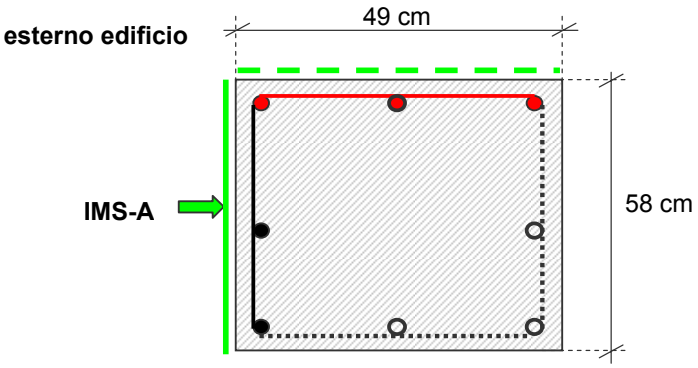


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 20 - BLOCCO 7 - PIANO RIALZATO

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

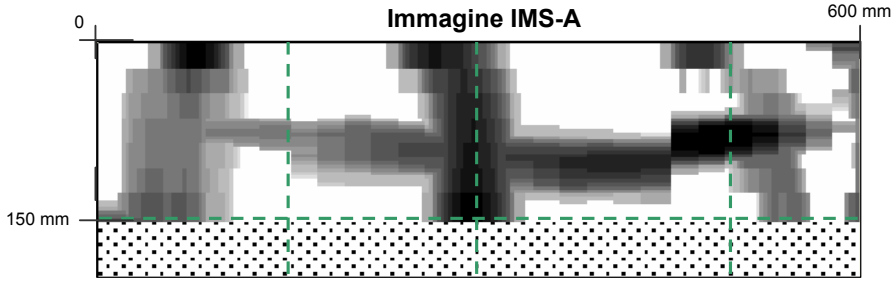


SAGGIO: Ferri verticali angolari Φ = 22 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce Passo =20 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner



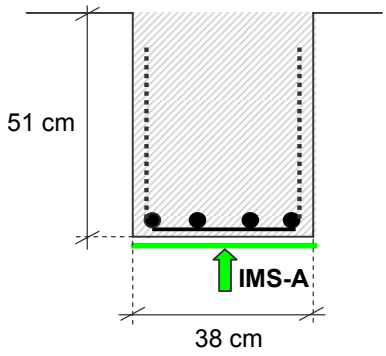
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TRAVE N. 28 - BLOCCO 1 - PIANO RIALZATO

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

INTRADOSSO SOLAIO PIANO RIALZATO



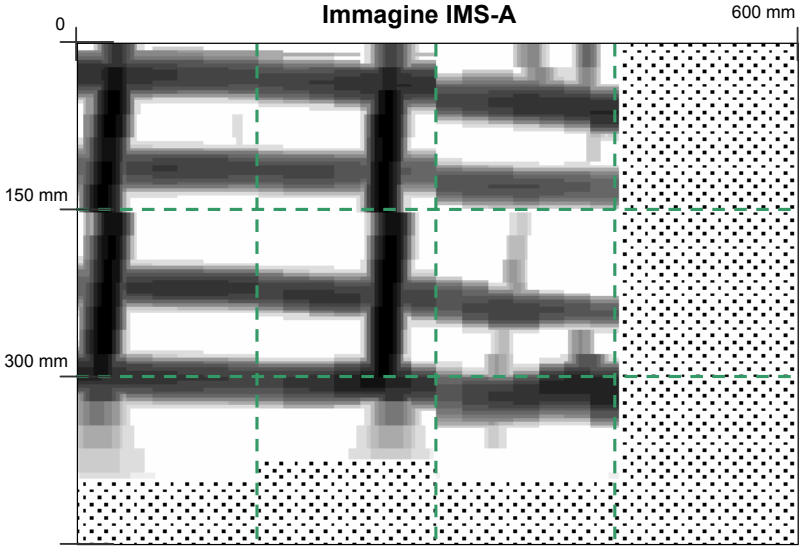
IMS-A: Ferri longitudinali
Φ = 18-20 mm

IMS-A: Staffe Φ = 8-10 mm
Passo =20-25 cm
(per tutta la luce della trave)

SEZIONE TRASVERSALE L/2

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A



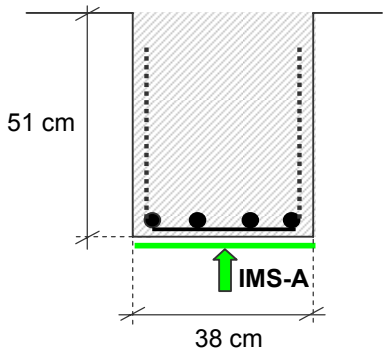
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TRAVE N. 30 - BLOCCO 9 - PIANO RIALZATO

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

INTRADOSSO SOLAIO PIANO RIALZATO



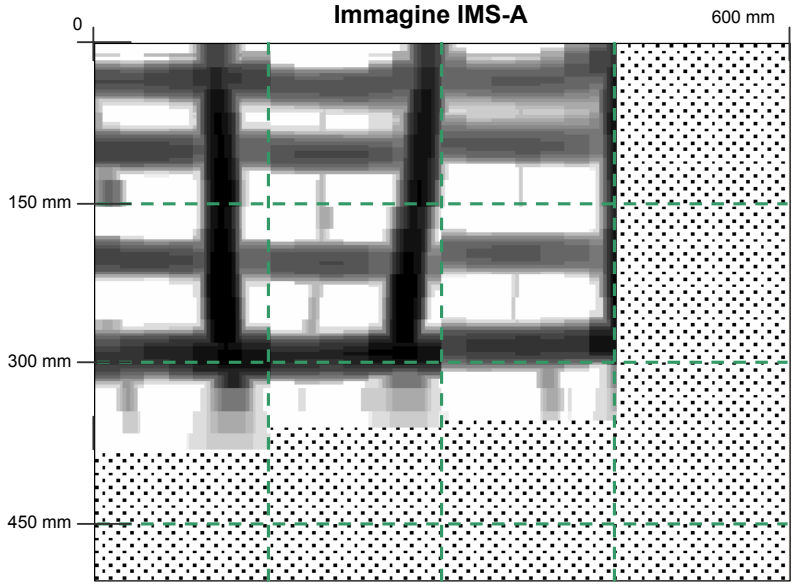
IMS-A: Ferri longitudinali
Φ = 18-20 mm

IMS-A: Staffe Φ = 8-10 mm
Passo =20-25 cm
(per tutta la luce della trave)

SEZIONE TRASVERSALE L/3

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

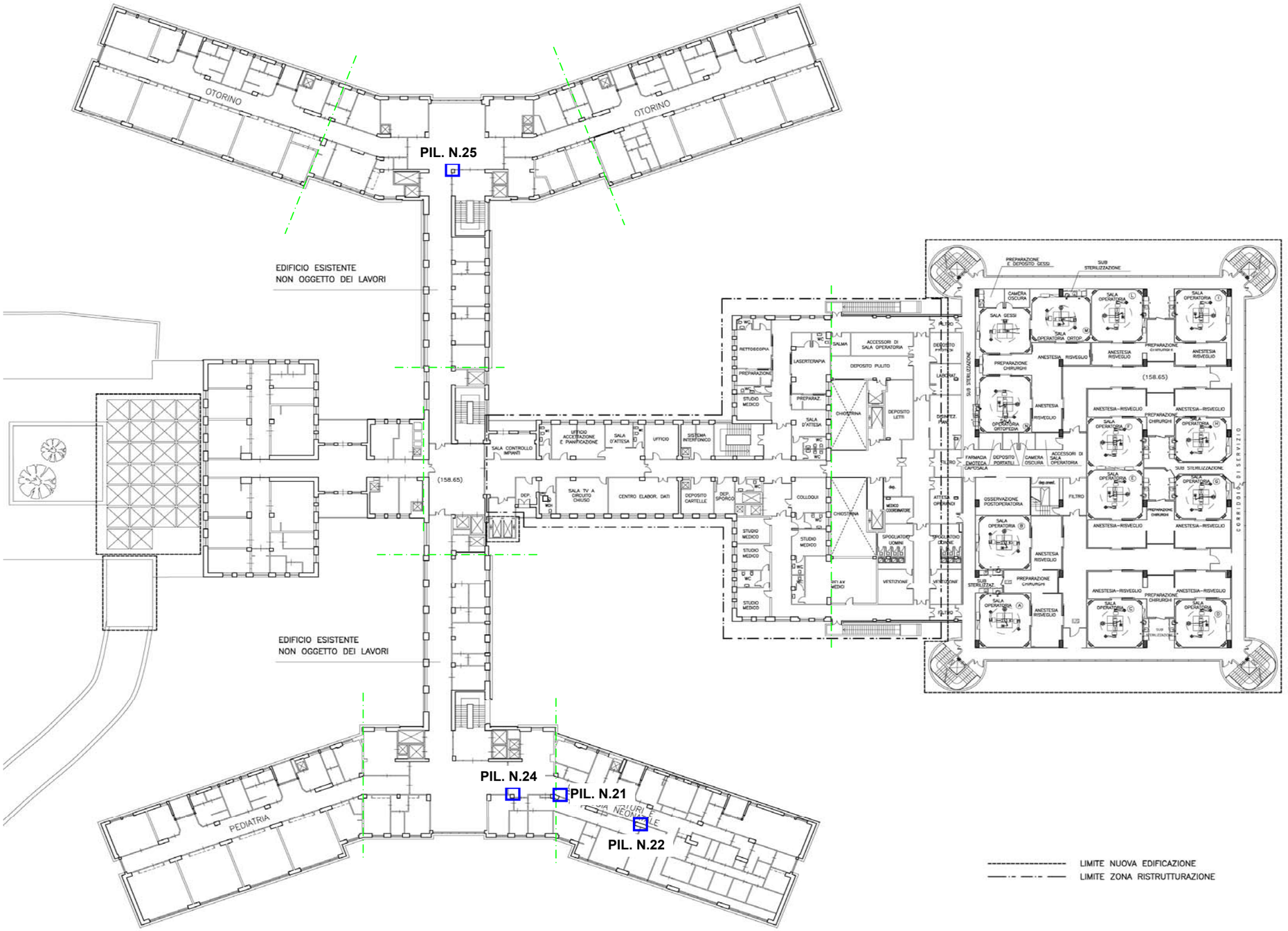
Immagine IMS-A



RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DISLOCAZIONE DEGLI ELEMENTI INDAGATI - PIANO 1°

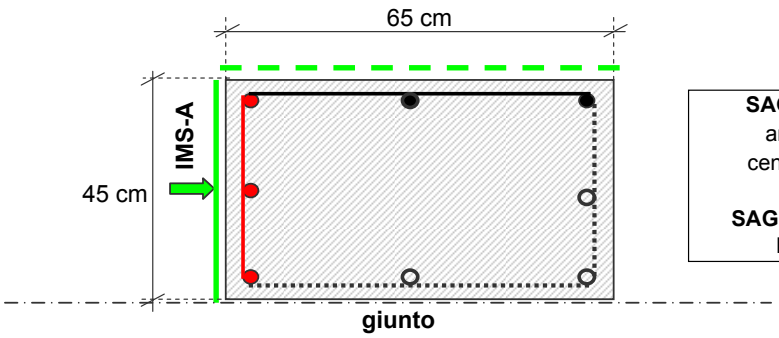


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 21 - BLOCCO 3 - PIANO 1°

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

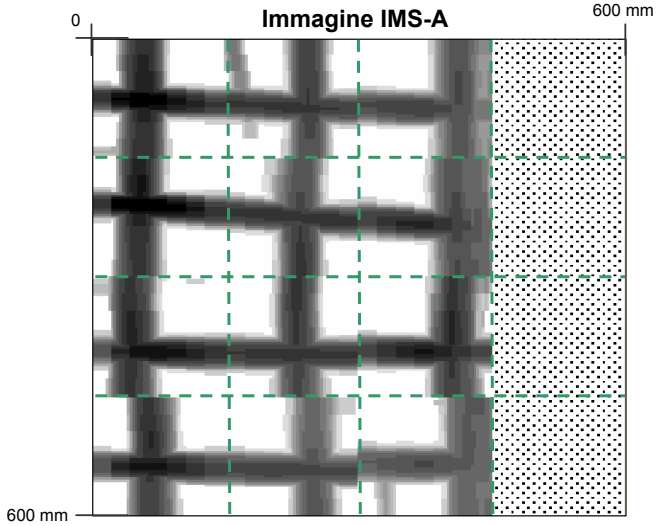


SAGGIO: Ferri verticali:
angolari Φ = 22 mm
centrali Φ = 14 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm
Passo =15-20 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
14	1469	9,44	9,45	22/01/2007	**25,6**	**3720**

PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA

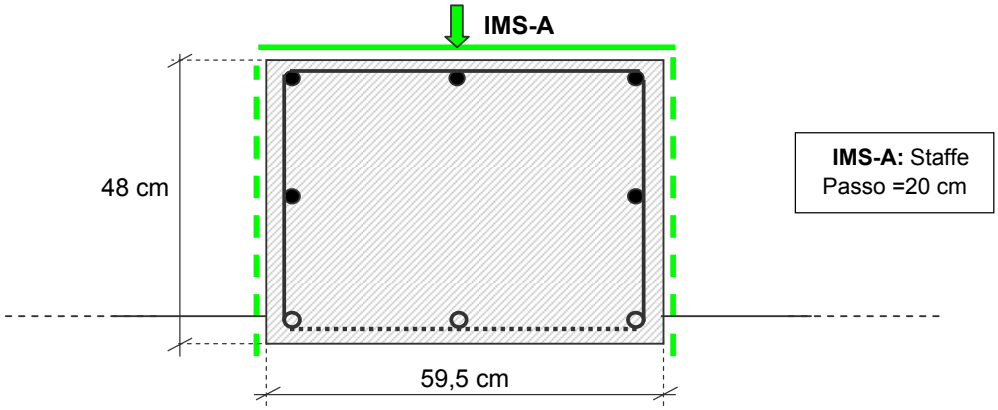
Indagine numero	Diametro nominale [mm]	Allungamento percentuale [%]	Tensione di snervamento f_y [N/mm²]	Tensione di rottura f_t [N/mm²]	Sezione resistente [mm²]	Peso unitario [kg/m]	
8	6	27,7	387,0	610,8	33,1	0,260	

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 22- BLOCCO 3 - PIANO 1°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

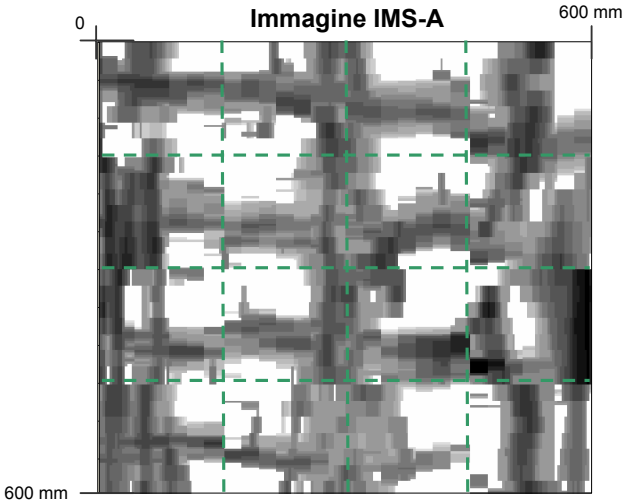


Immagine ferroscan disturbata per l'irregolarità della superficie indagata

INDAGINI ULTRASONICHE IN SITU

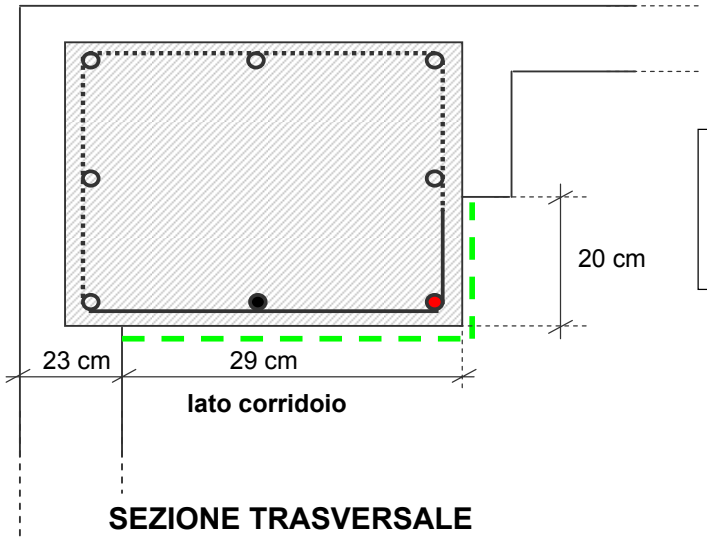
Indagine numero	Distanza tra le sonde [cm]	Tempi di attraversamento [μs]	Velocità [m/s]	VELOCITÀ MEDIA [m/s]
28	59,5	160,5	3707	**3655**
29	59,5	164,5	3617	
30	59,5	163,4	3641	

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 24- BLOCCO 2 - PIANO 1°

SAGGIO DIRETTO E RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



SEZIONE TRASVERSALE

SAGGIO: Ferri verticali: angolari Φ = 24 mm

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm Passo = 20 cm

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

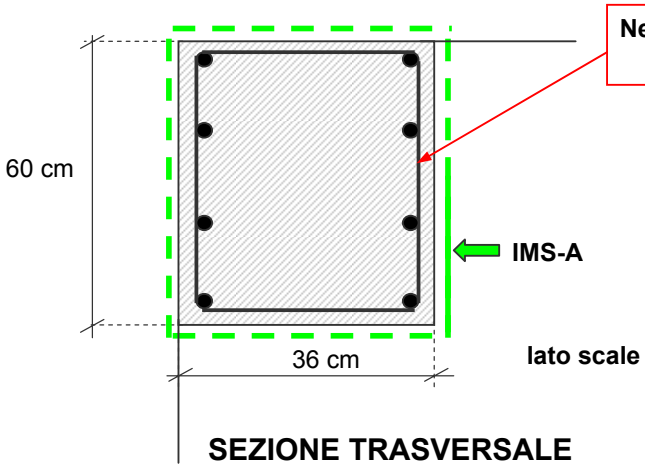
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni		Data prova	Rottura a compressione [N/mm^2]	Ultrasuoni diretti [m/s]
		Diametro [cm]	Altezza [cm]			
15	1462	9,44	9,45	22/01/2007	**18,7**	**3663**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 25 - BLOCCO 8 - PIANO 1°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



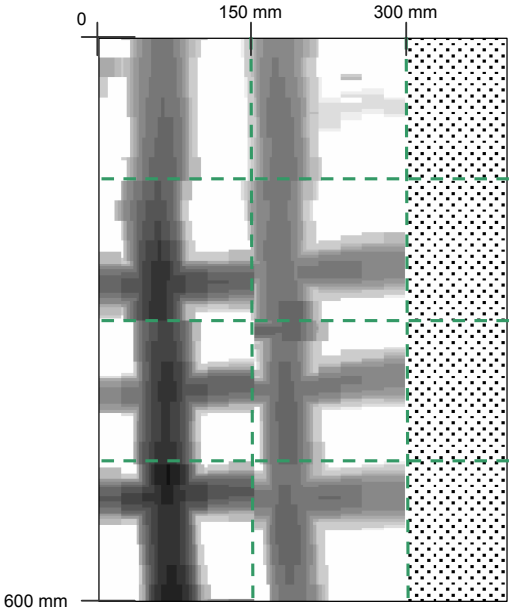
Nella zona superiore del pilastro non si rileva la presenza di staffe per i primi 60 cm

IMSA-A: Ferri verticali:
angolari Φ = 20-22 mm
centrali Φ = 14-16 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =15-20 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Immagine IMS-A



Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

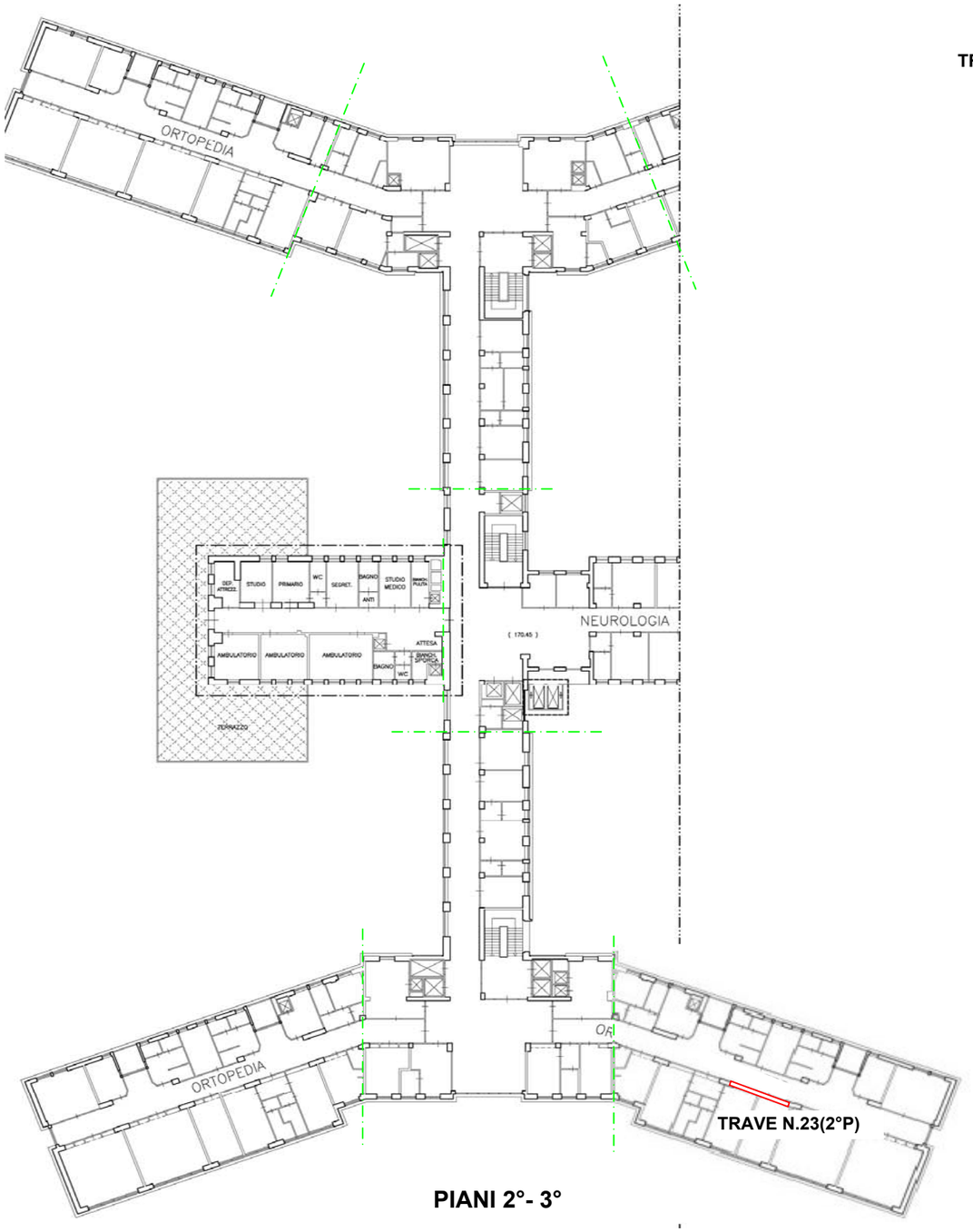
PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni		Data prova	Rottura a compressione [N/mm^2]	Ultrasuoni diretti [m/s]
		Diametro [cm]	Altezza [cm]			
16	1484	9,44	9,45	22/01/2007	**26,2**	**4004**

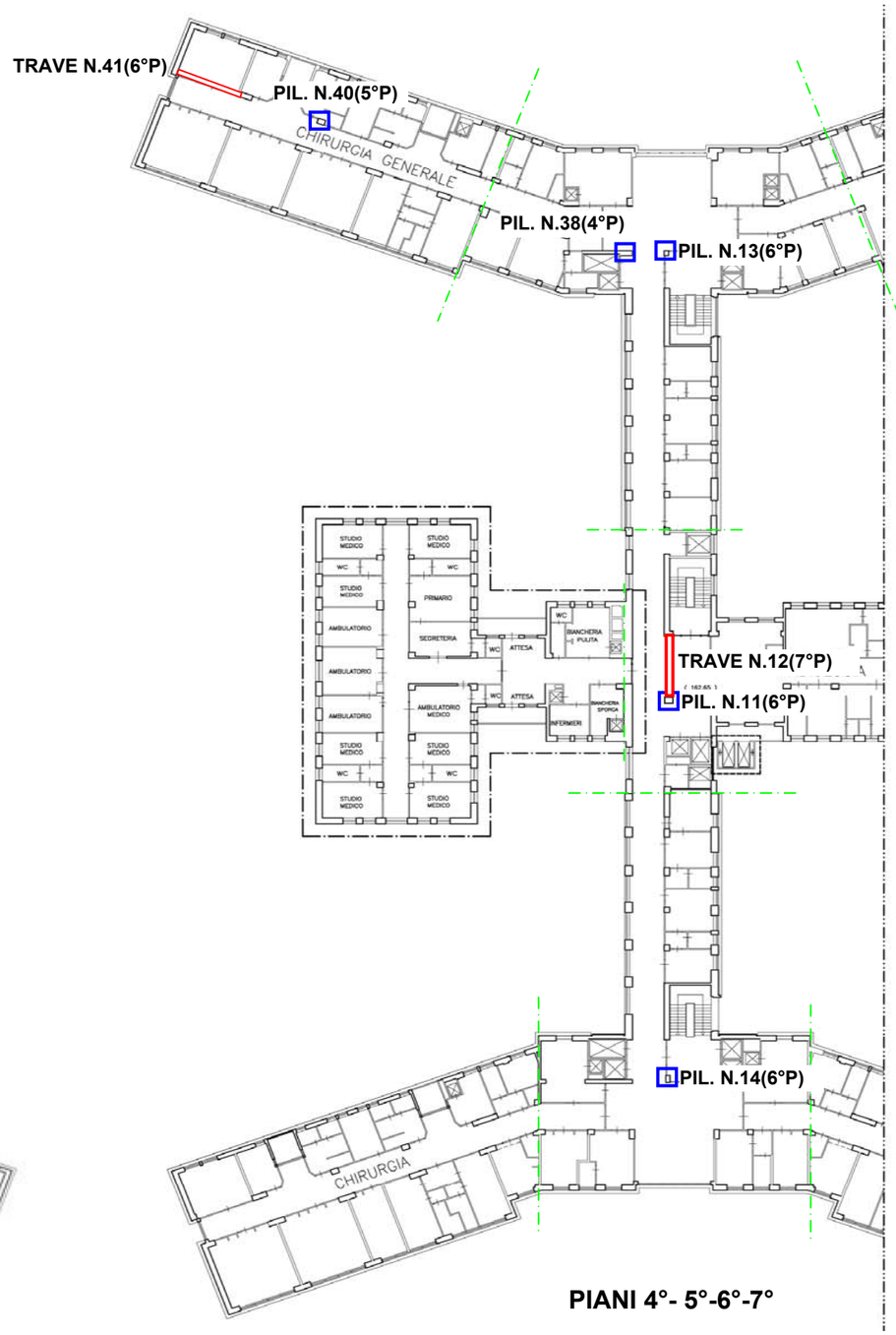
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DISLOCAZIONE DEGLI ELEMENTI INDAGATI - DAL PIANO 2° AL PIANO 7°



PIANI 2°- 3°



PIANI 4°- 5°-6°-7°

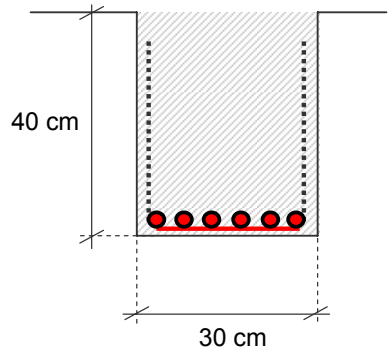
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TRAVE N. 23 - BLOCCO 3 - PIANO 2°

SAGGIO DIRETTO DELLE ARMATURE

INTRADOSSO SOLAIO PIANO 2°



SEZIONE TRASVERSALE L/2

SAGGIO: Ferri longitudinali
Φ = 18 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6 mm lisce
Passo =15-20 cm
(per tutta la luce della trave)

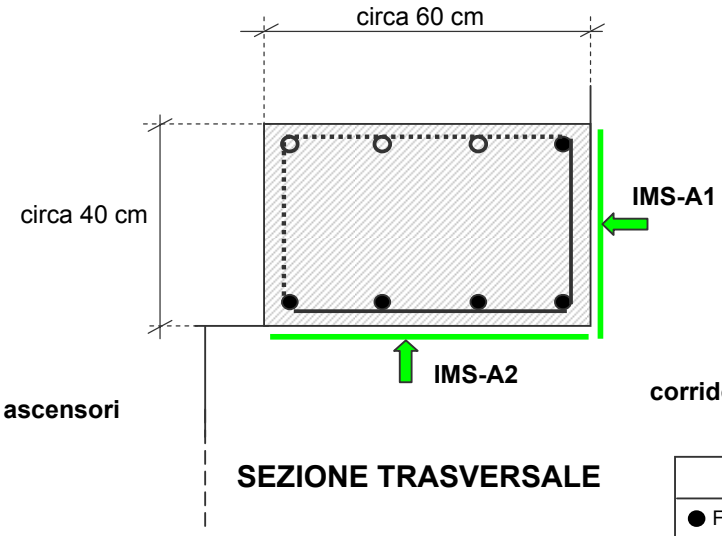
Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 38 - BLOCCO 8 - PIANO 4°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



SEZIONE TRASVERSALE

IMS-A1, IMS-A2: Ferri verticali
Φ = 22-24 mm

IMS-A1, IMS-A2: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm
(per tutta l'altezza del pilastro)

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A1

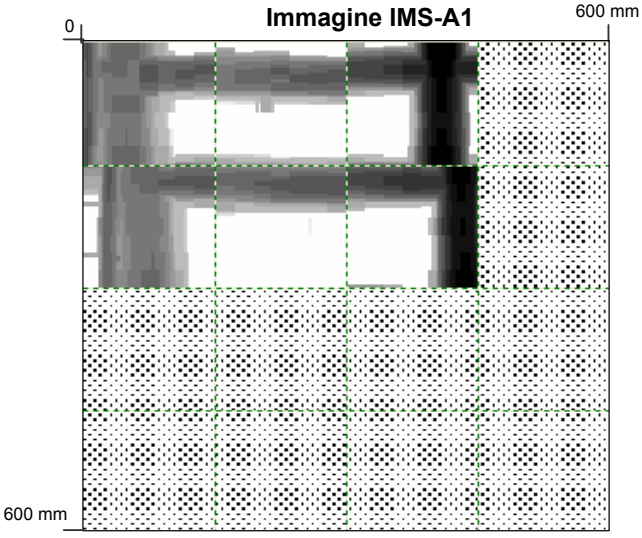
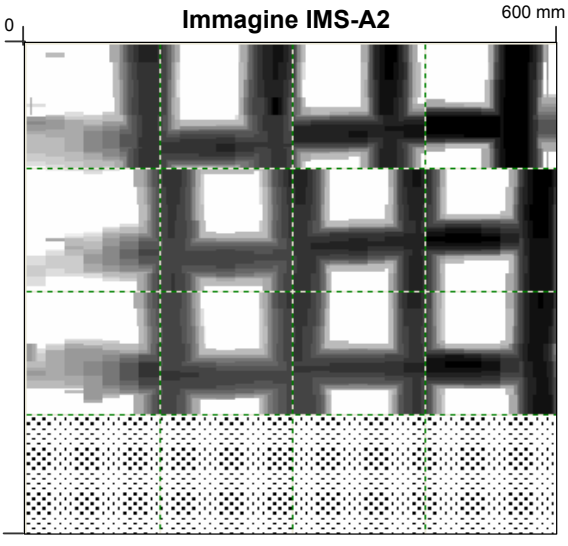


Immagine IMS-A2

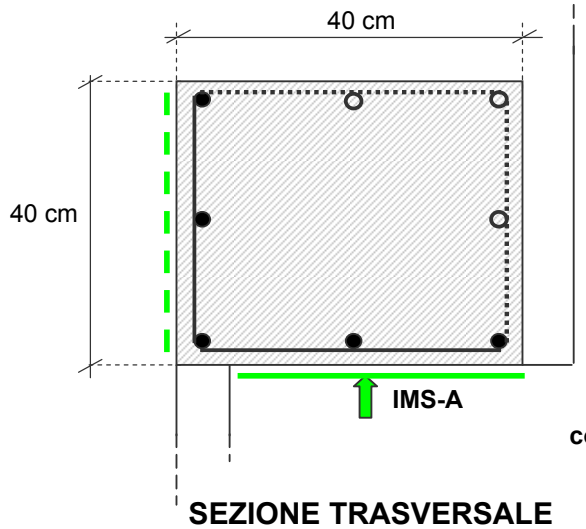


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 40 - BLOCCO 7 - PIANO 5°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

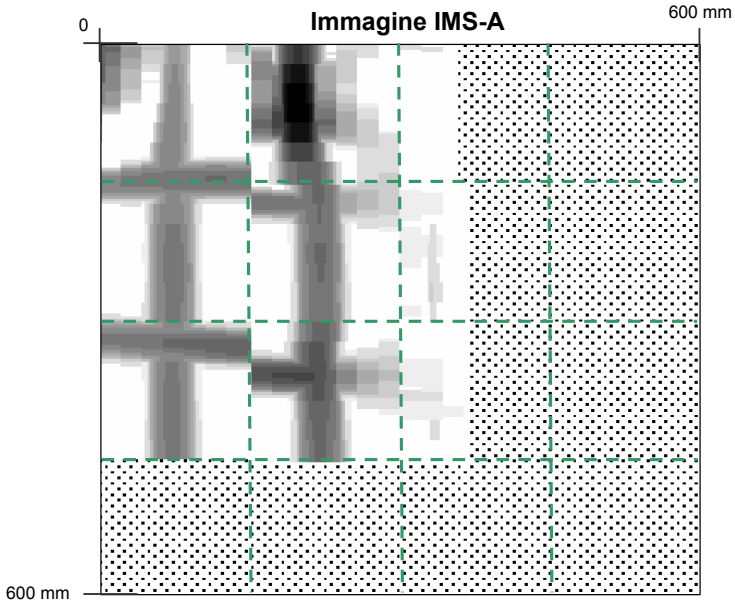


SEZIONE TRASVERSALE

IMSA-A: Ferri verticali:
angolari Φ = 20-22 mm
centrali Φ = 14-16 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =20 cm

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

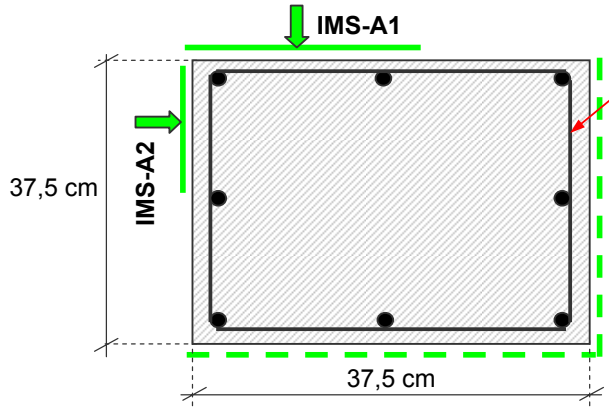
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni		Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
		Diametro [cm]	Altezza [cm]			
17	1449	9,44	9,45	22/01/2007	**21,8**	**3720**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 11 - BLOCCO 5 - PIANO 6°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



La disposizione delle staffe non risulta perfettamente orizzontale; nella zona superiore del pilastro non si rileva la presenza di staffe per i primi 40 cm

lato scale

IMSA-A1, IMS-A2: Ferri verticali:
angolari Φ = 20-22 mm,
centrali Φ = 14-16 mm

IMSA-A1, IMS-A2: Staffe Φ = 6 mm
Passo =25 cm

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A1

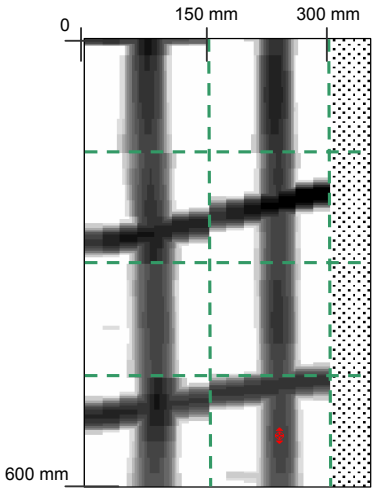
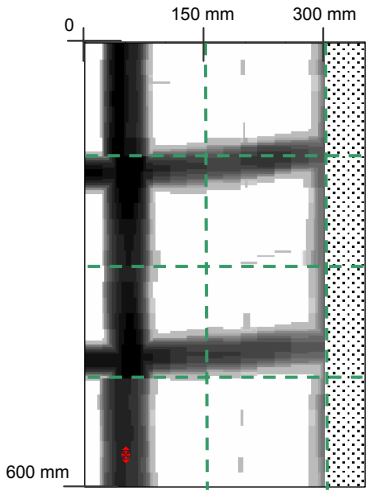


Immagine IMS-A2



PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm^2]	Ultrasuoni diretti [m/s]
18	1417	9,44	9,42	22/01/2007	**11,8**	**3182**

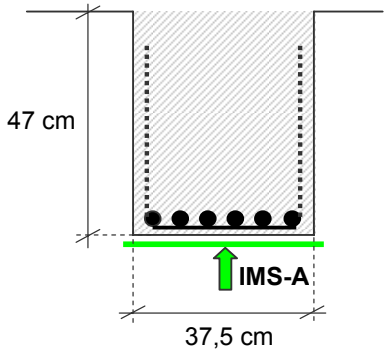
RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

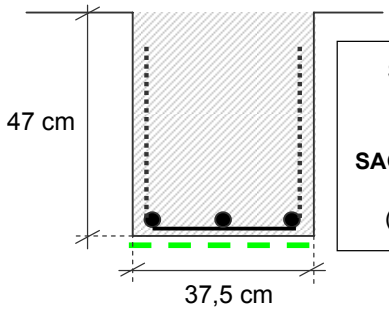
TRAVE N. 12 - BLOCCO 5 - PIANO 7°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE

INTRADOSSO SOLAIO PIANO 7°



SEZIONE TRASVERSALE L/2



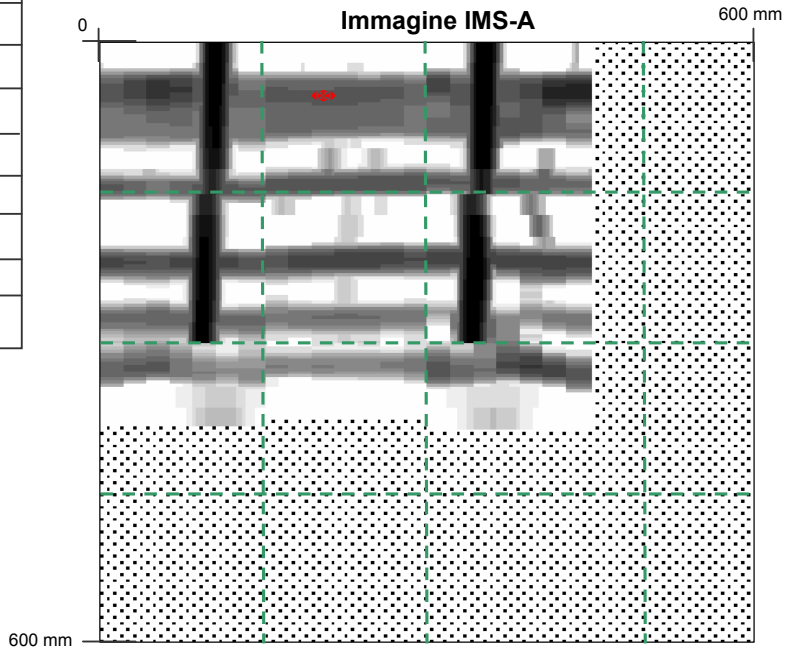
SEZIONE TRASVERSALE APPOGGI

SAGGIO: Ferri longitudinali
Φ = 16-18 mm lisci

SAGGIO: Staffe Φ = 6-8 mm lisce
Passo =20 cm
(per tutta la luce della trave)

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A

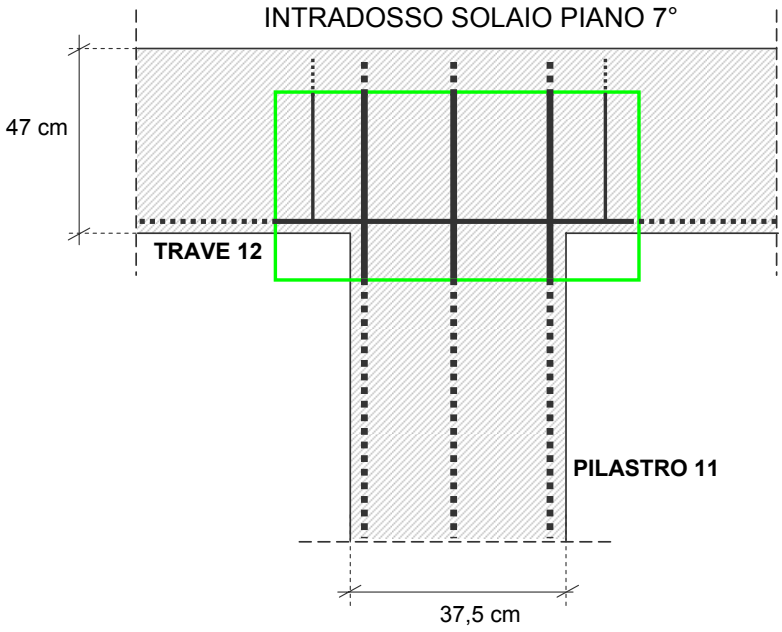


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

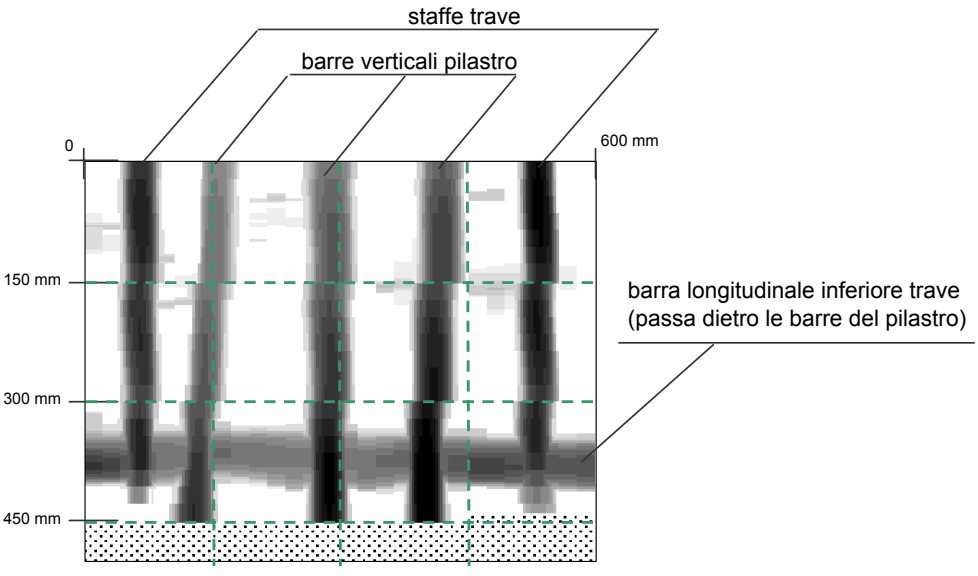
NODO TRAVE N.12-PILASTRO N.11 - BLOCCO 5 - PIANO 6°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



PROSPETTO LATO CORRIDOIO

Immagine IMS-A

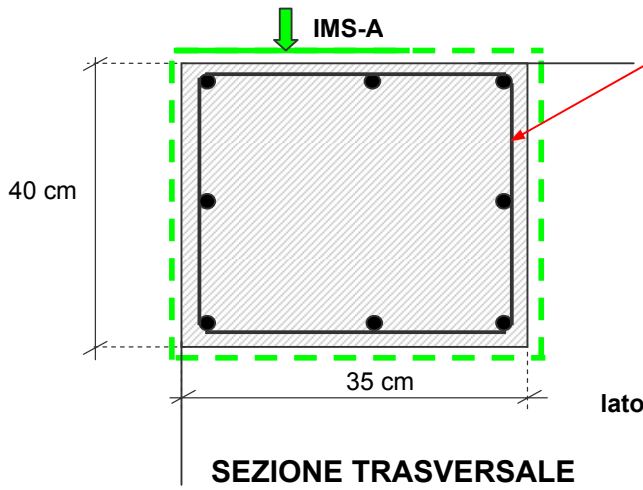


RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 13 - BLOCCO 8 - PIANO 6°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



La disposizione delle staffe non risulta perfettamente orizzontale; nella zona superiore del pilastro non si rileva la presenza di staffe per i primi 40 cm

IMSA-A: Ferri verticali: angolari Φ = 20-22 mm, centrali Φ = 14-16 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =25 cm

lato scale

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
— Armatura rilevata con pachometro
— Armatura rilevata direttamente
···· Armatura ipotizzata
- - - Rilievo pachometrico
⇨ IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A

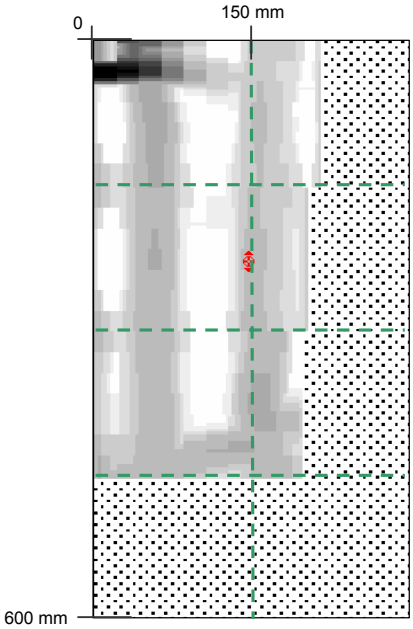


Immagine ferroscan disturbata dalla presenza di angolari metallici

PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

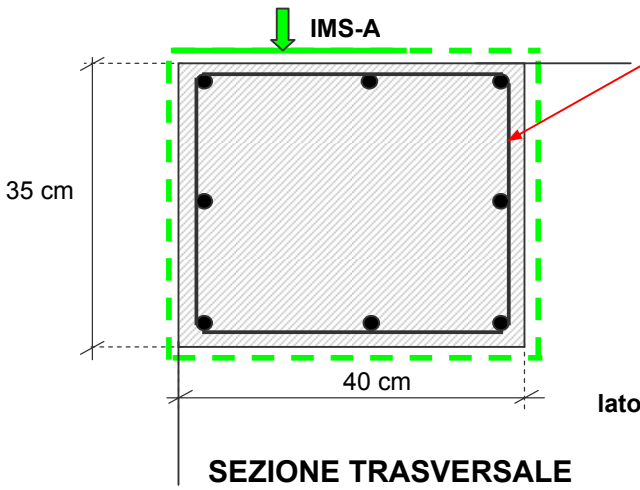
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni Diametro [cm]	Dimensioni Altezza [cm]	Data prova	Rottura a compressione [N/mm²]	Ultrasuoni diretti [m/s]
19	1416	9,44	9,42	22/01/2007	**14,8**	**3515**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

PILASTRO N. 14 - BLOCCO 2 - PIANO 6°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



La disposizione delle staffe non risulta perfettamente orizzontale; nella zona superiore del pilastro non si rileva la presenza di staffe per i primi 40 cm

IMSA-A: Ferri verticali:
angolari Φ = 20-22 mm
centrali Φ = 14-16 mm

IMS-A: Staffe Φ = 6 mm
Passo =25 cm

lato scale

SEZIONE TRASVERSALE

Simbologia
Ferri longitudinali rilevati con pachometro
Ferri longitudinali rilevati direttamente
Ferri longitudinali ipotizzati
Armatura rilevata con pachometro
Armatura rilevata direttamente
Armatura ipotizzata
Rilievo pachometrico
IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A

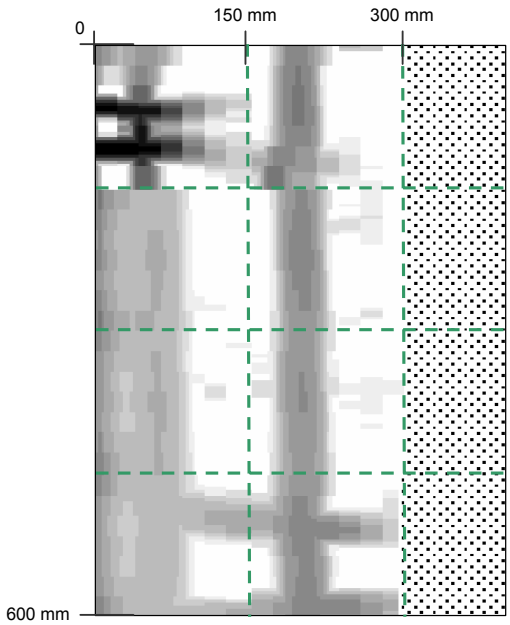


Immagine ferroscan disturbata dalla presenza di angolari metallici

PROVA DI COMPRESSIONE SU CAROTA IN CLS IN LABORATORIO

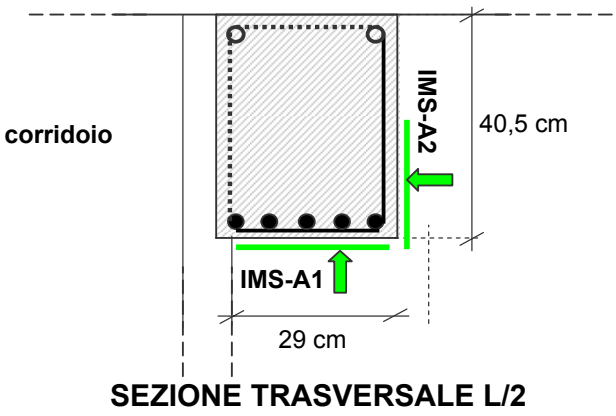
Indagine numero	Massa [g]	Dimensioni		Data prova	Rottura a compressione [N/mm^2]	Ultrasuoni diretti [m/s]
		Diametro [cm]	Altezza [cm]			
20	1492	9,44	9,41	22/01/2007	**18,5**	**4021**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TRAVE N. 41 - BLOCCO 5 - PIANO 6°

RILIEVO PACHOMETRICO DELLE ARMATURE



SEZIONE TRASVERSALE L/2

IMSA-A1, IMS-A2: Ferri longitudinali angolari Φ = 18-20 mm lisci centrali non rilevabili

IMSA-A1, IMS-A2: Staffe Φ = 8-10 mm Passo =15-20 cm (per tutta la luce della trave)

Simbologia
● Ferri longitudinali rilevati con pachometro
● Ferri longitudinali rilevati direttamente
○ Ferri longitudinali ipotizzati
— Armatura rilevata con pachometro
— Armatura rilevata direttamente
···· Armatura ipotizzata
- - - Rilievo pachometrico
⇨ IMS = Immagine scanner

Immagine IMS-A1

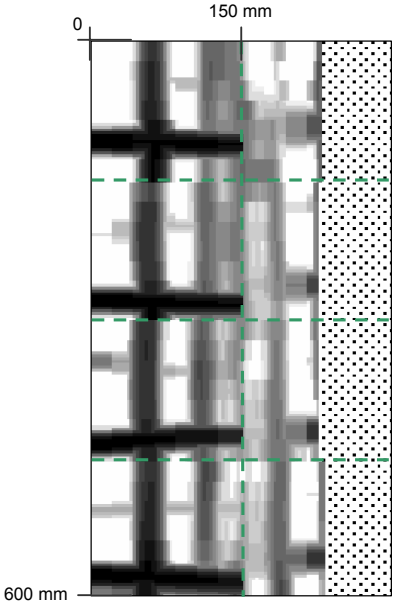
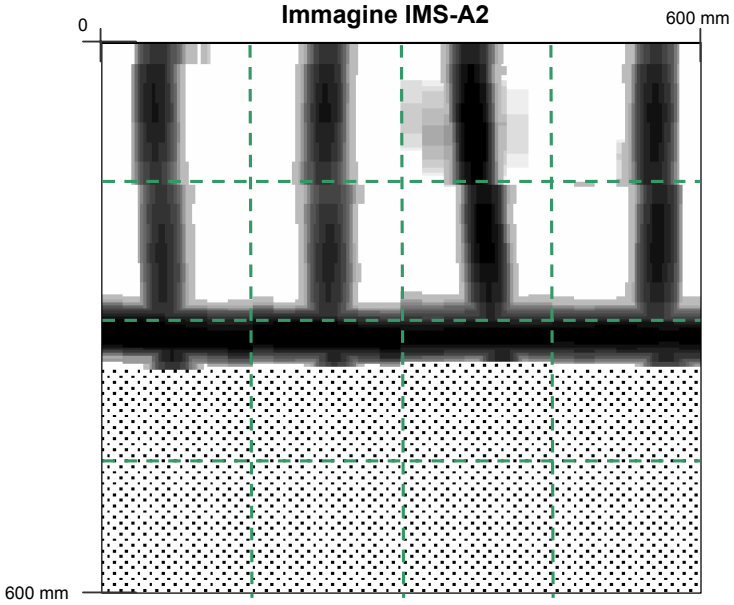


Immagine IMS-A2



RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO 1 - Esecuzione di un carotaggio su pilastro in c.a.

FOTO 2 - Esecuzione di indagini ultrasoniche su pilastro in c.a.

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO 3 - Esecuzione di indagini pachometriche (ferroscan) su trave in c.a

FOTO 4 - Saggio eseguito all'intradosso di una trave in c.a. per il rilievo delle armature

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO 5 - Saggio eseguito su un pilastro in c.a. per il rilievo delle armature

FOTO 6 - Giunto strutturale Blocco4-Blocco5 piano -2 (spessore circa 6 cm)

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO 7 - Fessurazione in corrispondenza del giunto strutturale Blocco1-Blocco2 Piano -1 realizzato in aderenza

FOTO 8 - Giunto strutturale Blocco5-Blocco6 ai piani -2,-1 e rialzato realizzato in aderenza

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO 9 - Degrado calcestruzzo in corrispondenza di un pilastro al piano -2 del blocco 6 (zona portico esterno)

FOTO 10 - Degrado calcestruzzo in corrispondenza di un pilastro al piano -2 del blocco 6 (zona portico esterno)

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 1

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 1	**-2**	**-**	**38,1**	**4366**	**-**	**-**	**-**	**-**
PILASTRO N. 2	**-2**	**4158**	**-**	**-**		**36,7**	**382,3**	**463,3**
PILASTRO N. 27	**-1**	**-**	**39,3**	**4069**	**-**	**-**	**-**	**-**

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 2

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 4	**- 2**	**-**	**34,5**	**4252**	**6**	**31,0**	**369,6**	**477,5**
PILASTRO N. 5	**-2**	**3990**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
PILASTRO N. 24	**1°**	**-**	**18,7**	**3663**	**-**	**-**	**-**	**-**
PILASTRO N. 14	**6°**	**-**	**18,5**	**4021**	**-**	**-**	**-**	**-**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 3

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 6	**-2**	**-**	**24,7**	**3865**	**-**	**-**	**-**	**-**
PILASTRO N. 21	**1°**	**-**	**25,6**	**3720**	**6**	**27,7**	**387,0**	**610,8**
PILASTRO N. 22	**1°**	**3655**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 4

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 7	**- 2**	**-**	**20,1**	**3189**	**24**	**24,0**	**408,1**	**522,7**
PILASTRO N. 8	**-2**	**3297**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
PILASTRO N. 26	**-2**	**-**	**17,1**	**3691**	**-**	**-**	**-**	**-**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 5

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 33	**-2**	**3893**	**15,3**	**3526**	**6**	**38**	**348,0**	**475,9**
PILASTRO N. 11	**6°**	**-**	**11,8**	**3182**	**-**	**-**	**-**	**-**

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 6

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 31	**- 2**	**4366**	**43,0**	**4543**	**6**	**26,3**	**390,4**	**499,3**
PILASTRO N. 32	**-2**	**4108**	**26,7**	**4181**	**6**	**28,0**	**415,9**	**527,9**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 7

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
SETTO N. 18	**-2**	**-**	**52,4**	**4678**	**14**	**30,0**	**439,1**	**559,5**
					12	**25,5**	**363,9**	**512,7**
SETTO N. 19	**-2**	**3955**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
PILASTRO N. 40	**5°**	**-**	**21,8**	**3720**	**-**	**-**	**-**	**-**

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 8

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 15	**- 2**	**3546**	**15,7**	**3603**	**6**	**28,3**	**418,2**	**672,4**
PILASTRO N. 25	**1°**	**-**	**26,2**	**4004**	**-**	**-**	**-**	**-**
PILASTRO N. 13	**6°**	**-**	**14,8**	**3515**	**-**	**-**	**-**	**-**

RELAZIONE: **P3042/07**

INDAGINI SPERIMENTALI SUI MATERIALI

TABELLA RIASSUNTIVA - BLOCCO 9

SIGLA DELL'ELEMENTO STRUTTURALE	PIANO	INDAGINI ULTRASONICHE IN SITO	ROTTURA A COMPRESSIONE CAROTA IN CLS	INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO SU CAROTA IN CLS	PROVA DI TRAZIONE SU BARRA DI ARMATURA			
		Velocità media [m/s]	*[N/mm^2]*	*Velocità media [m/s]*	*Diametro nominale [mm]*	*Allungamento percentuale [%]*	*Tensione di snervamento [N/mm^2]*	*Tensione di rottura [N/mm^2]*
PILASTRO N. 16	**-2**	**-**	**24,2**	**3901**	**6**	**31,7**	**315,2**	**472,9**
PILASTRO N. 29	**-1**	**-**	**28,9**	**4073**	**-**	**-**	**-**	**-**
TRAVE N. 17	**-1**	**3995**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Allegato A. RAPPORTO DI PROVA LABORATORIO SGM

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:
- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova
- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

SGM

PROVE DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE E RILIEVI MICROSISMICI SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO DI PROVA N° R2476BE01 del 23/01/2007 - Pagina 1 di 1 - **RIF. V.A. N° R/2476 del 18/01/2007**

DATI DICHIARATI

Intestatario: RPA S.R.L.

Cantiere: Presidio Ospedaliero S. Maria

Località: Terni

Proprietà: Regione Umbria

Natura dei campioni: Carote prelevate da calcestruzzo indurito.

RISULTATI DELLE PROVE

Norme: **UNI EN 12504-1; UNI EN 12390-3; UNI EN 12504-4**

Dati dichiarati all'accettazione								Resistenza alla compressione				Ultrasuoni Diretti
N.	Contrassegno	Classe Rck	Provenienza	Data prova	massa g	ϕ cm	h cm	F KN	f_c N/mm²	R	P	Velocità m/s
1	PILASTRO 1 - PIANO -2 BLOCCO 1	N.D.	PILASTRO 1 - PIANO -2 BLOCCO 1 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1526	9,44	9,43	266,6	**38,1**	1	EM	**4366**
2	PILASTRO 4 - PIANO -2 BLOCCO 2	N.D.	PILASTRO 4 - PIANO -2 BLOCCO 2 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1516	9,44	9,44	241,5	**34,5**	1	EM	**4252**
3	PILASTRO 6 - PIANO -2 BLOCCO 3	N.D.	PILASTRO 6 - PIANO -2 BLOCCO 3 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1489	9,44	9,43	173,0	**24,7**	1	EM	**3865**
4	PILASTRO 7 - PIANO -2 BLOCCO 4	N.D.	PILASTRO 7 - PIANO -2 BLOCCO 4 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1454	9,44	9,44	140,4	**20,1**	1	EM	**3189**
5	PILASTRO 16 - PIANO -2 BLOCCO 9	N.D.	PILASTRO 16 - PIANO - 2 BLOCCO 9 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1486	9,44	9,44	169,6	**24,2**	1	EM	**3901**
6	PILASTRO 15 - PIANO -2 BLOCCO 8	N.D.	PILASTRO 15 - PIANO - 2 BLOCCO 8 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1554	9,44	9,44	109,6	**15,7**	1	EM	**3603**

R = Tipo di rottura del provino 1 = Soddisfacente 2 = Non soddisfacente

P = Preparazione del provino NE = Non eseguita EM = Eseguita molatura EC = Eseguita cappatura

N.D. = Non Dichiarato

ANNOTAZIONI: ===

Lo Sperimentatore
Geom. Riccardo Antonelli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Alberto Buttelli

PERUGIA: **SGM S.r.l.** Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06070 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
Web site: www.sgmlaboratorio.com - E-mail: info@sgmlaboratorio.com
Cap. Soc. € 99.900 - P.IVA 01554880540 - Iscr. Trib. PG 15297 - C.C.I.A.A. 145681

MILANO: Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano - Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

LEGNANO: Ricerca e Sviluppo - Tecnocity - 20025 Legnano - Milano - Tel. +39 0331.487210 - Fax +39 0331.487200

SGS SINCERT

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:
- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova
- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

PROVE DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE E RILIEVI MICROSISMICI SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO DI PROVA N° R2476BE02 del 23/01/2007 - Pagina 1 di 1 - **RIF. V.A. N° R/2476 del 18/01/2007**

DATI DICHIARATI

Intestatario: RPA S.R.L.

Cantiere: Presidio Ospedaliero S. Maria

Località: Terni

Proprietà: Regione Umbria

Natura dei campioni: Carote prelevate da calcestruzzo indurito.

RISULTATI DELLE PROVE

Norme: **UNI EN 12504-1; UNI EN 12390-3; UNI EN 12504-4**

Dati dichiarati all'accettazione								Resistenza alla compressione				Ultrasuoni Diretti
N.	Contrassegno	Classe Rck	Provenienza	Data prova	massa g	ϕ cm	h cm	F KN	f_c N/mm²	R	P	Velocità m/s
7	SETTO 18 - PIANO - 2 BLOCCO 7	N.D.	SETTO 18 - PIANO -2 BLOCCO 7 - SETTO IN C.A.	22/01/2007	1553	9,44	9,45	366,6	**52,4**	1	EM	**4678**
8	PILASTRO 26 - PIANO - 2 BLOCCO 4	N.D.	PILASTRO 26 - PIANO - 2 BLOCCO 4 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1419	9,44	9,45	120,0	**17,1**	1	EM	**3691**
9	PILASTRO 31 - PIANO - 2 BLOCCO 6	N.D.	PILASTRO 31 - PIANO - 2 BLOCCO 6 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1539	9,44	9,45	300,8	**43,0**	1	EM	**4543**
10	PILASTRO 32 - PIANO - 2 BLOCCO 6	N.D.	PILASTRO 32 - PIANO - 2 BLOCCO 6 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1493	9,44	9,45	186,7	**26,7**	1	EM	**4181**
11	PILASTRO 33 - PIANO - 2 BLOCCO 5	N.D.	PILASTRO 33 - PIANO - 2 BLOCCO 5 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1479	9,44	9,45	107,0	**15,3**	1	EM	**3526**
12	PILASTRO 27 - PIANO - 1 BLOCCO 1	N.D.	PILASTRO 27 - PIANO - 1 BLOCCO 1 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1504	9,44	9,44	275,1	**39,3**	1	EM	**4069**

R = Tipo di rottura del provino 1 = Soddisfacente 2 = Non soddisfacente

P = Preparazione del provino NE = Non eseguita EM = Eseguita molatura EC = Eseguita cappatura

N.D. = Non Dichiarato

ANNOTAZIONI: ===

Lo Sperimentatore
Geom. Riccardo Antonini

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Alberto Bufalini

PERUGIA: **SGM S.r.l.** Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06070 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
Web site: www.sgmlaboratorio.com - E-mail: info@sgmlaboratorio.com
Cap. Soc. € 99.900 - P.IVA 01554880540 - Iscr. Trib. PG 15297 - C.C.I.A.A. 145681

MILANO: Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano - Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

LEGNANO: Ricerca e Sviluppo - Tecnocity - 20025 Legnano - Milano - Tel. +39 0331.487210 - Fax +39 0331.487200

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:
- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova
- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

SGM

PROVE DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE E RILIEVI MICROSISMICI SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO DI PROVA N° R2476BE03 del 23/01/2007 - Pagina 1 di 1 - **RIF. V.A. N° R/2476 del 18/01/2007**

DATI DICHIARATI

Intestatario: RPA S.R.L.

Cantiere: Presidio Ospedaliero S. Maria

Località: Terni

Proprietà: Regione Umbria

Natura dei campioni: Carote prelevate da calcestruzzo indurito.

RISULTATI DELLE PROVE

Norme: **UNI EN 12504-1; UNI EN 12390-3; UNI EN 12504-4**

Dati dichiarati all'accettazione								Resistenza alla compressione				Ultrasuoni Diretti
N.	Contrassegno	Classe Rck	Provenienza	Data prova	massa g	ϕ cm	h cm	F KN	f_c N/mm²	R	P	Velocità m/s
13	PILASTRO 29 PIANO -1 BLOCCO 9	N.D.	PILASTRO 29 PIANO -1 BLOCCO 9 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1500	9,44	9,45	202,1	**28,9**	1	EM	**4073**
14	PILASTRO 21 PIANO 1° BLOCCO 3	N.D.	PILASTRO 21 PIANO 1° BLOCCO 3 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1469	9,44	9,45	179,4	**25,6**	1	EM	**3720**
15	PILASTRO 24 PIANO 1° BLOCCO 2	N.D.	PILASTRO 24 PIANO 1° BLOCCO 2 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1462	9,44	9,45	131,0	**18,7**	1	EM	**3663**
16	PILASTRO 25 PIANO 1° BLOCCO 8	N.D.	PILASTRO 25 PIANO 1° BLOCCO 8 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1484	9,44	9,45	183,2	**26,2**	1	EM	**4004**
17	PILASTRO 40 PIANO 5° BLOCCO 7	N.D.	PILASTRO 40 PIANO 5° BLOCCO 7 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1449	9,44	9,45	152,3	**21,8**	1	EM	**3720**
18	PILASTRO 11 PIANO 6° BLOCCO 5	N.D.	PILASTRO 11 PIANO 6° BLOCCO 5 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1417	9,44	9,42	82,3	**11,8**	1	EM	**3182**

R = Tipo di rottura del provino 1 = Soddisfacente 2 = Non soddisfacente

P = Preparazione del provino NE = Non eseguita EM = Eseguita molatura EC = Eseguita cappatura

N.D. = Non Dichiarato

ANNOTAZIONI: ===

Lo Sperimentatore
Geom. Riccardo Antonini

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Alberto Bufalini

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:
- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova
- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

PROVE DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE E RILIEVI MICROSISMICI SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO DI PROVA N° R2476BE04 del 23/01/2007 - Pagina 1 di 1 - **RIF. V.A. N° R/2476 del 18/01/2007**

DATI DICHIARATI

Intestatario: RPA S.R.L.

Cantiere: Presidio Ospedaliero S. Maria

Località: Terni

Proprietà: Regione Umbria

Natura dei campioni: Carote prelevate da calcestruzzo indurito.

RISULTATI DELLE PROVE

Norme: **UNI EN 12504-1; UNI EN 12390-3; UNI EN 12504-4**

Dati dichiarati all'accettazione								Resistenza alla compressione				Ultrasuoni Diretti
N.	Contrassegno	Classe Rck	Provenienza	Data prova	massa g	ϕ cm	h cm	F KN	f_c N/mm²	R	P	Velocità m/s
19	PILASTRO 13 PIANO 6° BLOCCO 8	N.D.	PILASTRO 13 PIANO 6° BLOCCO 8 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1416	9,44	9,42	103,4	**14,8**	1	EM	**3515**
20	PILASTRO 14 PIANO 6° BLOCCO 2	N.D.	PILASTRO 14 PIANO 6° BLOCCO 2 - PILASTRO IN C.A.	22/01/2007	1492	9,44	9,41	129,7	**18,5**	1	EM	**4021**

R = Tipo di rottura del provino 1 = Soddisfacente 2 = Non soddisfacente

P = Preparazione del provino NE = Non eseguita EM = Eseguita molatura EC = Eseguita cappatura

N.D. = Non Dichiarato

ANNOTAZIONI: ===

Lo Sperimentatore
Geom. Riccardo Antonini

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Alberto Bufali

PERUGIA: **SGM S.r.l.** Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06070 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
Web site: www.sgmlaboratorio.com - E-mail: info@sgmlaboratorio.com
Cap. Soc. € 99.900 - P.IVA 01554880540 - Iscr. Trib. PG 15297 - C.C.I.A.A. 145681

MILANO: Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano - Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

LEGNANO: Ricerca e Sviluppo - Tecnocity - 20025 Legnano - Milano - Tel. +39 0331.487210 - Fax +39 0331.487200

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:
- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova
- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

SGM

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE LISCE

RAPPORTO DI PROVA N° R2476CA01 del 23/01/2007- Pagina 1 di 1 - **RIF. V.A. N° R/2476 del 18/01/2007**

DATI DICHIARATI

Intestatario: RPA S.R.L.

Cantiere: Presidio Ospedaliero S. Maria

Località: Terni

Proprietà: Regione Umbria

Natura dei campioni: Barre di acciaio lisce.

RISULTATI DELLE PROVE Prove effettuate il 22/01/2007

Norma: UNI EN ISO 15630-1

N°	Diametro nominale mm	Sezione resistente mmq	Allungamento percentuale	Tensione di snervamento f_y N/mmq	Tensione di rottura f_t N/mmq	Peso unitario Kg/m	Provenienza	Marchio
1	6	30,9	**36,7**	**382,3**	**463,3**	0,242	PILASTRO 2 PIANO -2 BLOCCO 1	Non Rilevabile
2	6	32,5	**31,0**	**369,6**	**477,5**	0,255	PILASTRO 4 PIANO -2 BLOCCO 2	Non Rilevabile
3	24	441,8	**24,0**	**408,1**	**522,7**	3,468	PILASTRO 7 PIANO -2 BLOCCO 4	Non Rilevabile
4	6	31,1	**28,3**	**418,2**	**672,4**	0,244	PILASTRO 15 PIANO -2 BLOCCO 8	Non Rilevabile
5	6	29,2	**31,7**	**315,2**	**472,9**	0,229	PILASTRO 16 PIANO -2 BLOCCO 9	Non Rilevabile
6	14	155,3	**30,0**	**439,1**	**559,5**	1,219	SETTO 18 PIANO -2 BLOCCO 7	Non Rilevabile
7	12	111,6	**25,5**	**363,9**	**512,7**	0,876	SETTO 18 PIANO -2 BLOCCO 7	Non Rilevabile

Annotazioni: ====

Lo Sperimentatore
Geom. Riccardo Antonini

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Alberto Bufali

PERUGIA: **SGM S.r.l.** Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06070 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
Web site: www.sgmlaboratorio.com - E-mail: info@sgmlaboratorio.com
Cap. Soc. € 99.900 - P.IVA 01554880540 - Iscr. Trib. PG 15297 - C.C.I.A.A. 145681

MILANO: Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano - Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

LEGNANO: Ricerca e Sviluppo - Tecnocity - 20025 Legnano - Milano - Tel. +39 0331.487210 - Fax +39 0331.487200

SGS ISO 9001 SINCERT

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:
- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova
- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

SGM

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE LISCE

RAPPORTO DI PROVA N° R2476CA02 del 23/01/2007- Pagina 1 di 1 - **RIF. V.A. N° R/2476 del 18/01/2007**

DATI DICHIARATI

Intestatario: RPA S.R.L.

Cantiere: Presidio Ospedaliero S. Maria

Località: Terni

Proprietà: Regione Umbria

Natura dei campioni: Barre di acciaio lisce.

RISULTATI DELLE PROVE Prove effettuate il 22/01/2007

Norma: UNI EN ISO 15630-1

N°	Diametro nominale mm	Sezione resistente mmq	Allungamento percentuale	Tensione di snervamento f_y N/mmq	Tensione di rottura f_t N/mmq	Peso unitario Kg/m	Provenienza	Marchio
8	6	33,1	**27,7**	**387,0**	**610,8**	0,260	PILASTRO 21 PIANO 1° BLOCCO 3	Non Rilevabile
9	6	31,2	**26,3**	**390,4**	**499,3**	0,245	PILASTRO 31 PIANO -2 BLOCCO 6	Non Rilevabile
10	6	31,3	**28,0**	**415,9**	**527,9**	0,245	PILASTRO 32 PIANO -2 BLOCCO 6	Non Rilevabile
11	6	28,2	**38,0**	**348,0**	**475,9**	0,221	PILASTRO 33 PIANO -2 BLOCCO 5	Non Rilevabile

Annotazioni: ====

Lo Sperimentatore
Geom. Riccardo Antonini

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Ing. Alberto Bufali

Allegato B. METODOLOGIA DELLE INDAGINI SPERIMENTALI

B.1. INDAGINI SPERIMENTALI SUL CALCESTRUZZO

B.1.1. Letture ultrasoniche

B.1.1.1. Generalità sulle indagini ultrasoniche

La prova consiste nella determinazione dei tempi di propagazione di impulsi di vibrazione in campioni o strutture fra una o più coppie di punti di rilievo. Scopo dei rilievi è di dedurre essenzialmente la "velocità virtuale o apparente" di propagazione degli impulsi, intesa come rapporto fra distanza geometrica tra i punti di rilievo e tempo di transito rilevato, e da essa informazioni sull'elemento in pietra in termini di caratteristiche ed omogeneità.

L'impiego di ultrasuoni fornisce informazioni su ciò che si incontra nello spessore attraversato dagli impulsi e quindi sulle parti interne degli elementi in prova. Pertanto oltre che come metodo di confronto esso può essere impiegato per altre utili applicazioni.

Esso può essere utilmente utilizzato per individuare la presenza di vuoti interni o di fessure. In quest'ultimo caso è anche possibile misurare la profondità della fessura. Altre applicazioni riguardano la possibilità di valutare il degrado del materiale per cicli di gelo e disgelo e per esposizione al fuoco. In quest'ultimo campo sono state presentate numerose applicazioni.

La velocità dell'impulso ultrasonico è infatti tanto più elevata quanto più alta è la resistenza del materiale. Il suo valore dipende dalla densità del mezzo in cui la propagazione avviene. Negli elementi esposti ad incendio l'eliminazione dell'acqua provoca un aumento del volume dei vuoti ed una conseguente riduzione di velocità di propagazione rispetto a quella che si avrebbe sullo stesso materiale integro. L'impiego del metodo in questo campo consente di effettuare accurate mappe del danneggiamento. Alcuni Autori hanno messo anche in relazione la velocità di propagazione e la temperatura di esposizione.

Nello studio di strutture d'epoca il metodo si è prestato al rilievo dello stato di fessurazione, o se si vuole d'integrità, di elementi strutturali di vario tipo.

Con la metodologia descritta si può pertanto indagare su quanto segue:

- variazioni delle proprietà causate dalla storia dell'elemento (manutenzione, sollecitazioni, degrado, ecc.);
- modulo di elasticità dinamico;
- coefficiente di Poisson dinamico.

Il metodo descritto, in relazione alle modalità di propagazione di impulsi vibrazionali, si basa sul fatto che:

- la velocità con cui tali impulsi si propagano in un mezzo è funzione delle caratteristiche elastiche del mezzo (modulo di elasticità e rapporto di Poisson dinamici) e della sua densità;
- le disomogeneità (per esempio fessure, zone degradate, cavità, ecc.), variando la velocità di propagazione e assorbendo parzialmente, riflettendo e rifrangendo l'onda di vibrazione, e attenuandola secondo determinate direzioni, possono essere indagate analizzando tali processi.

Una tecnica particolare, utilizzabile in zone altrimenti inaccessibili, consiste nel praticare sulla parete due fori ad una certa distanza e nel misurare il ritardo tra due sonde di sagoma particolare infilate nei fori stessi.

B.1.1.2. Attrezzatura impiegata

L'apparecchiatura è composta essenzialmente da:

a) un dispositivo che, a comando, emette impulsi di vibrazioni meccaniche (emettitore o sonda emittente) in sincronismo con un segnale elettrico. Questo pilota l'avvio di una unità di misura di intervalli di tempo e di una unità di visualizzazione della vibrazione in ricezione;

b) un dispositivo che, ricevendo delle vibrazioni meccaniche, le trasformi in segnali elettrici (ricevitore o sonda ricevente);

c) un dispositivo di amplificazione regolabile e di trattamento del segnale emesso dalla sonda ricevente;

d) un dispositivo elettronico di misura dell'intervallo di tempo fra istante di emissione ed istante di ricezione dell'impulso o della parte di esso che si analizza. L'impulso di vibrazione che perviene alla sonda ricevente, trasformato in segnale elettrico opportunamente amplificato, viene visualizzato sullo schermo del tubo a raggi catodici (CRT) o equivalente di uno oscilloscopio. E' opportuno che insieme vengano visualizzati anche gli istanti di partenza e di arresto dell'unità di misura dell'intervallo di tempo, per una mutua precisa correlazione ed una continua verifica da parte dell'operatore.

B.1.1.2.1. Emettitore elettrodinamico
L'emettitore è costituito da un sistema di alimentazione elettronico che genera brevi impulsi elettrici, e da un sistema trasduttore che trasforma ogni singolo impulso elettrico ricevuto in una breve serie di oscillazioni meccaniche del trasduttore stesso: in pratica questo entra in vibrazione alla sua frequenza naturale e si smorza liberamente. Il sistema di alimentazione elettronico può produrre singoli impulsi, a comando dell'operatore, o ripetitivi con cadenza ordinariamente fino a 50÷150/*s*.

Il trasduttore è costituito da materiale piezoelettrico; il materiale è normalmente alloggiato in un contenitore metallico di protezione, a cui è meccanicamente accoppiato: il tutto è realizzato in modo che ne risulti un oscillatore meccanico di una determinata frequenza naturale.

La frequenza naturale dei trasduttori è nel campo da 15 a 150 kHz. Frequenze maggiori di 200 kHz vengono utilizzate raramente. Su distanze relativamente lunghe e in dipendenza di particolari proprietà del materiale, può risultare conveniente l'uso di frequenze minori di 20 kHz.

Il sistema di alimentazione elettronico genera un segnale elettrico, sincrono all'impulso meccanico della sonda emittente, per pilotare la partenza del misuratore di tempo e sincronizzare la traccia sul tubo a raggi catodici dell'oscilloscopio. Tale segnale di pilotaggio ha un tempo di salita molto breve e costante, in modo da dare un istante di partenza stabile e ripetitivo rispetto all'impulso meccanico.

B.1.1.2.2 Dispositivo di ricezione
Consiste di un trasduttore (sonda ricevente) che trasforma in segnali elettrici le vibrazioni meccaniche ricevute, di un dispositivo di amplificazione ed accoppiamento all'unità di analisi, ed eventuali filtri.

Il trasduttore (o sonda) ricevente è del tipo piezoelettrico. L'unità di visualizzazione consiste essenzialmente in uno oscilloscopio in cui l'impulso ricevuto, e, volendo, anche quello trasmesso, sono visualizzati come deflessione verticale della o delle tracce.

L'oscilloscopio è attivato da un apposito impulso elettrico sincrono con l'impulso meccanico della sonda emittente. Simultaneamente alla rappresentazione degli impulsi (trasmesso o ricevuto), sullo schermo appaiono per una maggiore precisione della misura gli istanti di partenza e di arresto del dispositivo di misura degli intervalli di tempo.

B.1.1.2.3. Dispositivo di amplificazione e trattamento del segnale
Il segnale emesso dalla sonda ricevente entra in un opportuno amplificatore, il cui guadagno, regolabile con la risoluzione di 1 dB, può essere variato a volontà, per quantità nota; eventualmente filtrato e trattato per ridurne la componente di rumore ed esaltarne le componenti ripetitivi; visualizzato sullo schermo dì un oscilloscopio, e sottoposto al rilievo degli intervalli di tempo. Scopo dell'amplificazione variabile, il cui guadagno massimo deve essere il più elevato possibile in funzione del rapporto segnale - rumore, è di effettuare sia la regolazione di tempo "zero", sia i vari rilievi sull'elemento in esame, con segnale alla misura di ampiezza sensibilmente costante.

Ciò permette inoltre (allorché si ottengano, adottando gli opportuni accorgimenti, segnali in ricezione ripetitivi e costanti in ampiezza e forma al variare della pressione delle sonde sulla struttura) di valutare, al variare dei punti di misura, sia il tempo di propagazione, sia le relative variazioni dell'amplificazione necessarie per avere un segnale di ampiezza costante sullo schermo dell'oscilloscopio.

B.1.1.3. Metodologia di prova

La misura dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione viene normalmente eseguita secondo le tre diverse modalità seguenti, in relazione alla direzione di propagazione degli impulsi rispetto alle superfici di emissione e di ricezione della struttura (vedere Fig.1).

L'energia del segnale prodotto dalla sonda emittente è normalmente massima nella direzione perpendicolare alla superficie di accoppiamento.

B.1.1.3.1. Metodi di trasmissione
Metodo di trasmissione diretta (per trasparenza)

Consiste nell'applicare i trasduttori su due facce opposte dell'elemento da saggiare.

Metodo di trasmissione semi - diretta (diagonale)

Consiste nell'applicare i trasduttori in punti appartenenti a due facce adiacenti, in genere ortogonali.

Metodo di trasmissione indiretta (superficiale)

Consiste nell'applicare i trasduttori in punti diversi di una stessa faccia dell'elemento da saggiare.

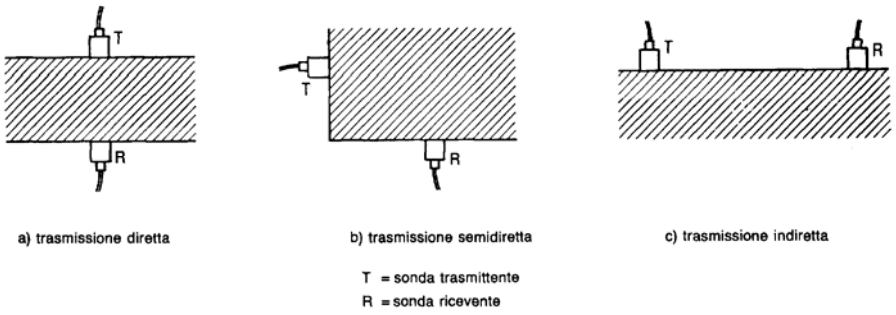


Figura 1

B.1.1.3.2. Calibrazione
La calibrazione del dispositivo di misura del tempo di transito può essere eseguito sia su un tempo nullo sia su un tempo prestabilito, Nel primo caso le superfici attive dei due trasduttori devono essere accostate direttamente. Nel secondo devono essere applicate agli estremi di una barra di riferimento, per la quale sia noto il tempo di transito, e la cui dimensioni siano compatibili con le frequenze delle sonde.

In ogni caso, l'accoppiamento fra i due trasduttori o tra barra e trasduttori deve essere effettuato con le stesse modalità adottate per l'accoppiamento fra i trasduttori e la superficie dell'elemento da sottoporre a prova.

L'operazione di calibrazione deve essere ripetuta più volte durante una campagna di prove, ed in particolare qualora vengano sostituiti i trasduttori e/o i cavi di collegamento, o quando si verifichino variazioni sensibili delle condizioni ambientali.

B.1.1.3.3. Preparazione della superficie
La superficie dell'elemento in prova, nei punti di applicazione delle sonde, deve essere:

- pulita:
- levigata mediante smerigliatura, qualora risulti eccessivamente rugosa;
- sufficientemente piana, tale da permettere un contatto uniforme con le sonde.

B.1.1.3.4. Applicazione delle sonde
L'accoppiamento delle sonde alla superficie dell'elemento da sottoporre a prova deve essere particolarmente accurato, al fine di evitare la presenza di aria, la cui impedenza acustica provoca una attenuazione del segnale.

A questo scopo viene impiegato il grasso di vaselina. Le sonde sono premute contro la superficie esterna. La pressione da applicare dipende dal materiale di accoppiamento e comunque è tale da comprimere detto materiale fino ad ottenere una lettura stabile e ripetibile del tempo di propagazione.

In caso di superficie curva dell'elemento in esame, le dimensioni della superficie utile delle sonde (emittente o ricevente) sono tali che la distanza fra superficie di prova e superficie delle sonde sia ±1 mm.

B.1.1.3.5. Misura della lunghezza del percorso
La lunghezza L del percorso degli impulsi è la distanza tra i centri delle superfici di contatto dei trasduttori. Essa viene misurata con approssimazione di ±1% e viene espressa in centimetri.

Qualora la misura diretta non sia praticamente possibile, vengono effettuate stime indirette facendone menzione nel verbale di prova.

B.1.1.3.6. Misura del tempo di propagazione
La misura viene effettuata mediante lettura sul display digitale Il valore del tempo di propagazione, espresso in microsecondi, viene determinato con approssimazione all'intero per tempi non minori di 100 μs, e alla prima cifra decimale per tempi minori di 100 μs.

B.1.1.4. Parametri che influenzano le misure

L'influenza delle condizioni di prova deve essere valutata al fine di garantire la riproducibilità delle misure effettuate e la dipendenza delle determinazioni sperimentali quanto più possibile dalle sole proprietà del materiale in esame.

B.1.1.4.1. Condizioni superficiali del campione
Il grado di rugosità della superficie del campione ed il tipo di accoppiamento sonda - campione influenzano in modo sensibile la misura della velocità di propagazione. Variazioni di pressione sulle sonde portano talvolta a variazioni di ampiezza e modificazioni del segnale in ricezione.

In tal caso:

- la preparazione della superficie di contatto fra sonde e materiale;
- le caratteristiche e quantità del mezzo di accoppiamento;
- la pressione sulle sonde,

vengono ottimizzati in modo che il processo di propagazione diventi riproducibile e costante anche ad ulteriori incrementi del valore di pressione adottato.

B.1.1.4.2. Temperatura ed umidità ambiente
L'intervallo ottimale di temperatura per le misure di velocità di propagazione di onde vibrazionali è compresa fra 5 e 30 °C, sia per le minima variazioni, in questo campo di temperature, del comportamento fisico - chimico del materiale, sia perché in tale intervallo è normalmente compreso il campo di lavoro delle strumentazioni di misura.

In questo intervallo di temperatura, una umidità relativa ambientale variabile dai 60 ai 90% ha una influenza minima nei rilievi su campioni in condizioni di equilibrio con l'ambiente esterno.

Quando le determinazioni sperimentali vengono eseguite al di fuori degli intervalli di temperature e di umidità suggeriti, si provvede ad una opportuna correzione, attraverso prove condotte su una serie di 3 campioni prelevati in sito, eseguiti in condizioni normalizzato (per esempio: temperatura 20 °C; umidità relativa 90%), facendone menzione nel verbale di rilievo.

B.1.1.4.3. Lunghezza del percorso, forma del campioni, frequenze naturali del trasduttori
Il metodo è utilizzabile in prove di laboratorio e di cantiere indipendentemente dalle dimensioni e dalla forma dei campione, ma in rapporto alla potenza meccanica disponibile nella sonda trasmittente e alla sensibilità dell'apparato ricevente,

Tuttavia l'intervallo di lunghezze di percorso è limitato:

- inferiormente dall'influenza che le condizioni di rugosità superficiale, le caratteristiche fisiche del materiale (per esempio porosità), e soprattutto la composizione possono avere sulle misure.

b) superiormente, dalla variazione subita dal segnale in ampiezza e in frequenza.

L'uso di sonde con frequenze più elevate (≥50 kHz) permette, su percorsi brevi, di ottenere misure di ritorno più accurato. La velocità degli impulsi può essere sensibilmente influenzata dalle dimensioni trasversali del campione o elemento in esame, rispetto alla direzione di propagazione.

B.1.2. Prove di compressione sui calcestruzzi

B.1.2.1. Prelevamento di campioni per prove di compressione

B.1.2.1.1. Generalità
Il prelievo di campioni di calcestruzzo indurito è destinato a prove di laboratorio per la determinazione di massa volumica, per prove meccaniche, di permeabilità, di gelività, ecc.

Mediante una opportuna tecnica, è possibile estrarre dal getto di calcestruzzo dei campioni, che consentono di valutare le caratteristiche meccaniche del cemento armato, a condizione che i campioni estratti siano "*non disturbati*" e che siano stati prelevati in numero *statisticamente significativo*.

B.1.2.1.2. Metodo di estrazione
Il criterio che viene seguito nel corso dei prelievi è di ridurre al minimo il danneggiamento provocato dall'estrazione sul campione. Le operazioni di prelievo vengono pertanto eseguite quando il calcestruzzo è sufficientemente indurito, ossia quando la sua resistenza a compressione stimata è maggiore di 10 N/mm^2, evitando inoltre, per quanto possibile, le zone armate ed i giunti.

L'estrazione di carote viene di regola eseguita mediante sonda a corona diamantata (carotatrice) di tipo adatto alla durezza del calcestruzzo ed al tipo di aggregato in esso contenuto. Viene adottato il criterio di utilizzare un diametro della corona non minore di 3 volte il diametro massimo dell'aggregato. Nel movimento di avanzamento la sonda deve essere esente da vibrazioni, per assicurare che il diametro della carota sia costante ed il suo asse rettilineo. La sonda pertanto deve essere rigida e correttamente ancorata.

Le carotatrici impiegate, in questo caso, utilizzano corone diamantate del diametro di 54 mm, con raffreddamento ad acqua a circuito chiuso. Tutti i provini sono stati prelevati conservando il medesimo asse, ortogonale al piano della parete di calcestruzzo da cui sono stati prelevati. I campioni prelevati non hanno presentato irregolarità vistose.

B.1.2.1.3. Identificazione e descrizione dei campioni
All'atto del prelievo, ogni campione viene identificato chiaramente, annotando il punto specifico di prelievo e l'orientamento nel getto di calcestruzzo, possibilmente con l'aiuto di uno schizzo della struttura.

Successivamente ogni campione viene esaminato attentamente, annotando le irregolarità (fessure, riprese di getto, nidi di ghiaia, segni di segregazione). Viene stimata la dimensione massima dell'aggregato, la forma dell'aggregato grosso ed il rapporto in volume fra aggregato grosso e aggregato fine. Viene rilevata l'eventuale presenza di vuoti dovuti ad incompleta compattazione (grandezza e distribuzione). Quando necessario, viene effettuato un rilievo fotografico.

B.1.2.1.4. Lavorazione dei campioni
I campioni vengono tagliati e lavorati secondo le tecniche impiegate per il taglio dei materiali litoidi fino ad ottenere provini rispondenti alle indicazioni delle norme UNI relative alle prove a cui gli stessi sono destinati.

Nella lavorazione dei campioni vengono scartati dagli stessi parti eventualmente danneggiate dalle operazioni di estrazione ovvero che contengano armature o corpi estranei. Vengono inoltre registrate posizioni ed orientamento dei provini rispetto ai campioni estratti.

B.1.2.1.5. Conservazione dei campioni
La conservazione dei campioni è effettuata in camera condizionata a 20±2 °C e 50% di umidità relativa, salvo specifiche diverse condizioni richieste dalle prove a cui gli stessi sono destinati.

B.1.2.2. Provini
I provini sono stati ricavati da calcestruzzo già indurito, in genere mediante carotaggio. Sulle facce destinate a venire a contatto con i piani della pressa è ammessa una tolleranza di planarità di 0,05 mm. In caso contrario si provvede alla loro spianatura.

La spianatura viene fatta:

a) mediante rettifica su apposita macchina, usando mole;

b) mediante applicazione di pasta di cemento o gesso.

In quest'ultimo caso lo strato di spianatura, il più sottile possibile, viene realizzata in modo da risultare perfettamente aderente al calcestruzzo, sufficientemente resistente e indurito così da non frantumarsi durante la prova di compressione, né fessurarsi prima della prova stessa.

La spianatura viene ripetuta se. al momento della prova, la facce spianato presentano un errore di planarità maggiore di 0,05 mm e se gli angoli formati da due facce continue non sono di 90° ± 30'.

B.1.2.3. Stagionatura

I provini ricevuti dal Laboratorio vengono conservati in ambiente analogo a quello della prima stagionatura. I provini ricavati da calcestruzzo già indurito vengono conservati in ambiente come sopra specificato, con permanenza di almeno 48 h prima della prova.

B.1.2.4. Apparecchiatura

Per la rottura dei provini si impiegano presse progettate espressamente per prove su materiali poco deformabili. Sono utilizzate presse CONTROLS da 3000 kN, classe 1.

L'apparecchio misuratore permette la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell'1%. Nel caso in cui la rottura dei provino avvenisse sotto un carica minore di 1/5 della portata della macchina, la prova è considerata attendibile.

B.1.2.5. Procedimento

Dopo il prelievo dall'ambiente di stagionatura, le dimensioni del provino sono misurate con precisione di 1 mm; il provino è inoltre pesato con precisione dell'1%.

Il provino, se cubico, è posto sul piatto della macchina in modo che il carico sia applicato normalmente alla direzione di costipamento durante il getto. Non è assolutamente realizzata alcuna interposizione di strati di materiale deformabile (cartone, feltro, piombo, ecc.) tra i piatti della macchina e la facce dei provino.

Viene curata in particolare modo la centratura del provino sul piatto inferiore della macchina.

Il piatto superiore è quindi accostato al provino, e la completa aderenza è ottenuta sollevando lentamente il piatto inferiore, in modo da consentire l'assestamento dello snodo sferico.

Sin dall'inizio il carico è applicato gradualmente. senza urti, ed il gradiente di carico corrisponde a 5 ± 2 kgf/(cm^2 · a) pari a circa 50 ± 20 N/(cm^2 · a).

Il carico è aumentato sino alla completa rottura del provino, prendendo nota del carico massimo raggiunto. In base a tale carico si calcola la resistenza a compressione, che è espressa con arrotondamento a 5 kgf/cm^2 pari a circa 50 N/cm^2. Si prende nota del tipo di rottura.

Le prove sono state eseguite presso il laboratorio Autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici della *SGM S.r.l. - Ingegneria Sperimentale*.

B.2. INDAGINI SPERIMENTALI SU BARRE DI ARMATURE

B.2.1 Prove di trazione su barre di acciaio

B.2.1.1. Prelevamento dei provini
Il prelievo di barre di acciaio, da zone scarsamente sollecitate di elementi secondari, consente di sottoporre i provini a sforzi di trazione ed altri tipi di prova, allo scopo di determinarne le caratteristiche meccaniche.

La superficie del getto di calcestruzzo è stata intaccata mediante trapano ad elevato numero di giri, in modo da scoprire e prelevare un tratto di barra di acciaio di lunghezza superiore a 100 cm.

La lunghezza libera della provetta fra i dispositivi di serraggio della macchina deve essere sufficiente per far sì che i riferimenti si trovino a opportuna distanza dai dispositivo di serraggio.

B.2.1.2. Lunghezza iniziale tra i riferimenti (L_0)
Di regola si usa la provetta che presenta la seguente relazione fra lunghezza iniziale tra i riferimenti (L_0) e l'area della sezione iniziale (S_0):

$$L_0 = k \sqrt{S_0}$$

dove k è uguale a 5,65. Tale valore per le provette a sezione circolare porta alla relazione $L_0 = 5d$.

Le estremità della lunghezza iniziale tra i riferimenti sono messi in evidenza o mediante segni o mediante piccole incisioni, ma non mediante intagli in grado di provocare rotture premature. Il valore calcolato della lunghezza iniziale tra i riferimenti può essere arrotondato al multiplo di 5 mm più vicino, a condizione che la differenza fra la lunghezza calcolata e quella marcata non sia maggiore del 10% di L_0. La lunghezza iniziale tra i riferimenti deve essere marcata con una precisione pari a ±1%.

B.2.1.3. Preparazione delle provette
Le tolleranze sulla lunghezza delle provette sono considerate pari a 100±1,0 mm per barre ϕ20, 50±0,5 mm per barre ϕ10, 25±0,25 mm per barre ϕ5, con valori interpolati per gli altri diametri. Per quanto riguarda il diametro nominale, nessuna provetta deve presentare un diametro al di fuori dei valori fissati dalle tolleranze 20±0,150 mm per barre ϕ20, 10±0,075 mm per barre ϕ10, 5±0,040 mm per barre ϕ5, con valori interpolati per gli altri diametri.

B.2.1.4. Determinazione dell'area della sezione iniziale (S_0)
Il diametro nominale è utilizzato nel calcolo dell'area della sezione iniziale delle provette a sezione circolare che rispettino le tolleranze indicate nel punto precedente. Per tutte le altre forme di provette, l'area della sezione iniziale è calcolata partendo da misurazioni delle dimensioni appropriata, con un errore non maggiore di ±0,5%, su ogni dimensione.

B.2.1.4. Macchina di prova
Per la prova di trazione viene impiegata una macchina a trazione.

La velocità di deformazione della parte calibrata non è maggiore dello 0,008/s.

Le provette sono posizionate mediante dispositivo appropriati. Le provette sono fissate in modo che il carico sia applicato il più assialmente possibile.

B.2.1.5. Determinazione dell'allungamento percentuale dopo rottura (A)
La misurazione dell'allungamento percentuale dopo rottura viene effettuata come allungamento permanente della lunghezza fra i riferimenti dopo rottura (L_U - L_0), espresso in percento della lunghezza iniziale (L_0). A tale scopo, i due spezzoni della provetta vengono avvicinati con cura in modo che i loro assi rappresentino il prolungamento l'uno dell'altro.

L'allungamento permanente dopo rottura è determinato con una precisione dello 0,25 mm utilizzando un dispositivo di misura con risoluzione dello 0,1 mm e il valore dell'allungamento percentuale dopo rottura è arrotondato allo 0,5% più vicino.

B.2.1.5. Carico di rottura
Al termine della prova, viene determinato il carico massimo F_m è il carico più elevato sopportato dalla provetta nel corso della prova dopo il superamento dello snervamento ed il carico unitario di rottura (resistenza a trazione) R_m, ovvero il carico unitario corrispondente al carico massimo F_m, essendo il carico unitario il rapporto fra il carico e

B.3. TARATURA DELLE ATTREZZATURE

B.3.1. Generalità

La Società *SGM S.r.l.*, operante secondo il Sistema Qualità UNI EN ISO 9001:2000, certificato SGS Italia S.p.A. n.IT98/0032, ha adottato una serie di procedure operative per la taratura delle sue apparecchiature.

B.3.2. Attrezzature per indagini sperimentali sul calcestruzzo

B.3.2.1. Letture ultrasoniche

L'esecuzione di prove per la determinazione della velocità di trasmissione delle onde ultrasoniche attraverso il materiale è stata effettuata mediante apparecchiatura portatile ad ultrasuoni MAE A3000U, codice interno **PE F225**.

La determinazione della velocità di trasmissione delle onde ultrasoniche richiede il rilievo in sito di due grandezze:

1. misura della distanza fra la sonda trasmittente e la sonda ricevente;
2. misura del tempo di propagazione.

La misura della distanza fra la sonda trasmittente e la sonda ricevente è stata rilevata in sito tramite **metro,** codice interno **PE F285,** che è stato tarato come documentato dal verbale di taratura SGM del 11/01/06 e in laboratorio mediante il calibro di alta precisione identificato dal codice **LAB A20** la cui taratura è documentata dal verbale SGM del 21/10/06.

La misura del tempo di propagazione è stata effettuata dopo aver proceduto alla calibrazione ad ogni inizio di giornata, utilizzando la barra tarata fornita dalla Casa produttrice l'apparecchiatura portatile ad ultrasuoni, secondo quanto previsto dalla norma UNI 12504-4/05.