

Palazzo Fuga

***Ex Albergo dei Poveri
Piazza Carlo III° - Napoli***

***Relazione prova a sfilamento n° 7051
eseguita il 21 settembre 1998***

Committente: ***Costruzioni Generali G.S.V.M.D.***



TECNO IN srl

Sede legale: 80127 Napoli - Via A. Scarlatti, 21 UE

Filiale: 00197 Roma - Viale Paroli, 55/A - Tel. 06/8074672 - Fax 06/8080362

Sede amministrativa: 80078 Pozzuoli (NA) - Via Adriano Olivetti, 1 - Tel. 081/5255139 - 5255139 - Fax 081/5255141

P. Iva 05016170630 - C.O.A. NA 411847 - Reg. Imprese 3275488 - Cap. Soc. 89.000.000

INDICE

1 - PREMESSA	pag. 3
2 - CONVENUTI	pag. 3
3 - DESCRIZIONE ATTREZZATURA	pag. 4
4 - MODALITA' ESECUTIVE	pag. 4
5 - REGISTRAZIONE SPOSTAMENTO	pag. 5
6 - RISULTATI	pag. 6
7 - DIAGRAMMA "CARICO/ABBASSAMENTO"	pag. 8
8 - OSSERVAZIONI	pag. 9

ALLEGATI

- 1 - DIAGRAMMA "ABBASSAMENTO/TEMPO" REGISTRATO IN SITO
- 2 - SCHEDA TECNICA ARAPREE
- 3 - CERTIFICATO TARATURA MANOMETRO
- 4 - CAMPIONE DI BARRA SOTTOPOSTA A PROVA (parte fuoriuscente dalla muratura)



1 - PREMESSA

La Tecno In S.r.l., specializzata nell'effettuazione di prove ed indagini distruttive e non, in sito ed in laboratorio, è stata incaricata dall'Impresa Costruzioni Generali G.S.V.M.D., di effettuare una campagna di prove a sfilamento su barre di ARAPREE, presso Palazzo Fuga, sito in Napoli alla Piazza Carlo III°.

A scopo preparatorio, per la messa a punto del sistema di indagine, in data odierna (21 settembre 1998) sono state eseguite n° 3 prove a sfilamento, il cui esito è riportato nel capitolo 3.

Le barre oggetto di prova denominate ARAPREE (ARAmid PREstressed Element) sono degli elementi strutturali brevettati, composti da fibre aramidiche parallele, impregnate e rivestite con resina epossidica o resina vinilestere. La superficie esterna è ricoperta con sabbia di quarzo per ottenere un buon legame con il calcestruzzo e/o resina ed un ottimo trasferimento dei carichi a trazione.

Ciascuna barra ha un diametro di 8 mm, ed è inserita in un foro di diametro 32 mm praticato nella muratura (perpendicolarmente o inclinata di 20° circa), ed annegate con resina per una lunghezza compresa tra gli 80 e i 170 cm.

La barra su dichiarazione della casa costruttrice ha un carico di rottura di 6600 Kg, e corrispondente allungamento del 2,4%.

Per quanto riguarda la quantità e le qualità dei materiali utilizzati (malte cementizie e resine adottate) si rimanda a descrizioni dettagliate fornite dall'Impresa.

2 - CONVENUTI

Prof. Ing	Renato	SPARACIO	Progettista
Ing	Massimo	DEL GIUDICE	Coadiuvatore Progettista
Ing.	Carmine	SANGIULIANO	Coadiuvatore Progettista
Ing.	Nicola	SALZANO DE LUNA	Consulente Impresa esecutrice
Geom. Luigi	D'AURIA		Rappresentante Impresa esecutrice
Geom. Davide	SALA		Rappresentante Tecno In S.r.l.
P.I.	Francesco	ESPOSITO	Operatore Tecno In S.r.l.



TECNO IN S.R.L.

3 - DESCRIZIONE ATTREZZATURA

Le prove sono state eseguite mediante l'uso delle seguenti attrezzature:

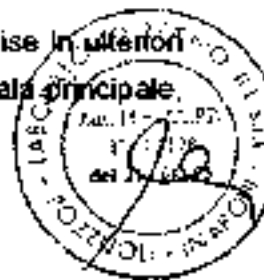
- pistone forato della RARIPRESS, di sezione 7.8 cm^2 ;
- pompa oleodinamica manuale tipo ENERPARC;
- manometro 0-1000 bar, contrassegnato con la sigla D.I.S.C.O. 0610 marcato e sigillato con il n° 1183;;
- centralina elettronica di registrazione grafica in tempo reale di un diagramma "spostamento/tempo" modulo centesimale, contrassegnata con la sigla "GSA6" matricola n° 001;
- trasduttore lineare elettromagnetico a lettura continua, montato su asta calamitata, per la registrazione dello spostamento.

La strumentazione è stata regolarmente tarata presso il laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'Università Federico II di Napoli.

Per la lettura del diagramma originale di cantiere riportato in all.to 1, si precisa che:

- lo spostamento si interpreta relativamente al fondo scala utilizzato, funzione dello spostamento preventivamente stimato;
- il tempo si legge in una scala funzione della velocità di scorrimento del modulo centesimale.

La larghezza del modulo centesimale è divisa in 10 partizioni, suddivise in ulteriori 10 interlinee, in tal modo ogni singola interlinea risulta pari a 1/100 della scala principale, funzione della scala adottata

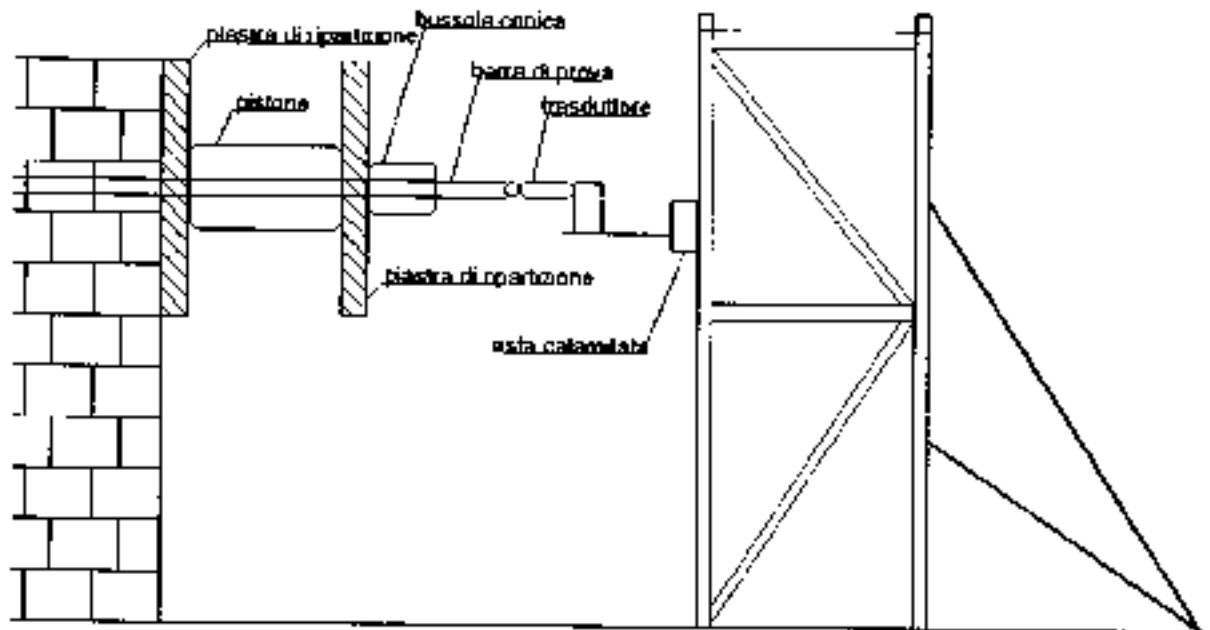


4 - MODALITÀ ESECUTIVE

Per poter eseguire la prova, la barra fuoriuscente dalla muratura è stata inserita in un pistone forato, contrastato alla base della muratura per mezzo di una piastra di ripartizione opportunamente forata, di dimensioni $100 \times 100 \times 20 \text{ mm}$, mentre in sommità è stata bloccata attraverso una speciale bussola conica fornita dalla Società SIREG di Milano.

All'estremità della barra per la misurazione dello spostamento assiale della stessa, è stato posizionato un cilindro di acciaio, leggermente concavo, sul quale è stato fissato il trasduttore elettromagnetico.

Il trasduttore, collegato ad una asta calamitata, ha come punto di riferimento zero un ponteggio opportunamente distanziato dalla muratura di prova.



5 - REGISTRAZIONE SPOSTAMENTO

Per la rilevazione dello spostamento è stato utilizzato un trasduttore in grado di lettura continua. Tale trasduttore è stato collegato ad una centralina elettronica che ha permesso di effettuare lettura continue a distanza, fornendo "in tempo reale" un diagramma dello spostamento nel tempo.

Per la lettura del diagramma si precisa che per il trasduttore è stato adottato un fondo scala di mm 10, mentre la velocità di scorrimento del modulo cartaceo è di 1 cm/minuto.



6 - RISULTATI

Le prove sono state eseguite su tre distinte barre, applicando incrementi di pressione pari a 10 bar ciascuno e i risultati sono riportati nei paragrafi successivi.

6.1 - PROVA N° 1 E N° 2

Nella prima prova, raggiunta una pressione di circa 25 bar corrispondente ad un carico di circa 440 Kg, la bussola conica di contrasto si è sganciata a causa di un ancoraggio non idoneo.

Lo stesso fenomeno si è verificato nel corso della seconda prova ad una pressione di 60 bar corrispondente ad un carico di circa 1070 Kg.

6.2 - PROVA N° 3

La prova è stata eseguita applicando n° 21 incrementi di pressione di 10 bar ciascuno, con registrazione in continuo del corrispondente spostamento.

Alla pressione di 220 bar, corrispondente ad un carico di circa 3900 Kg, è avvenuto lo sfilamento della barra di prova.



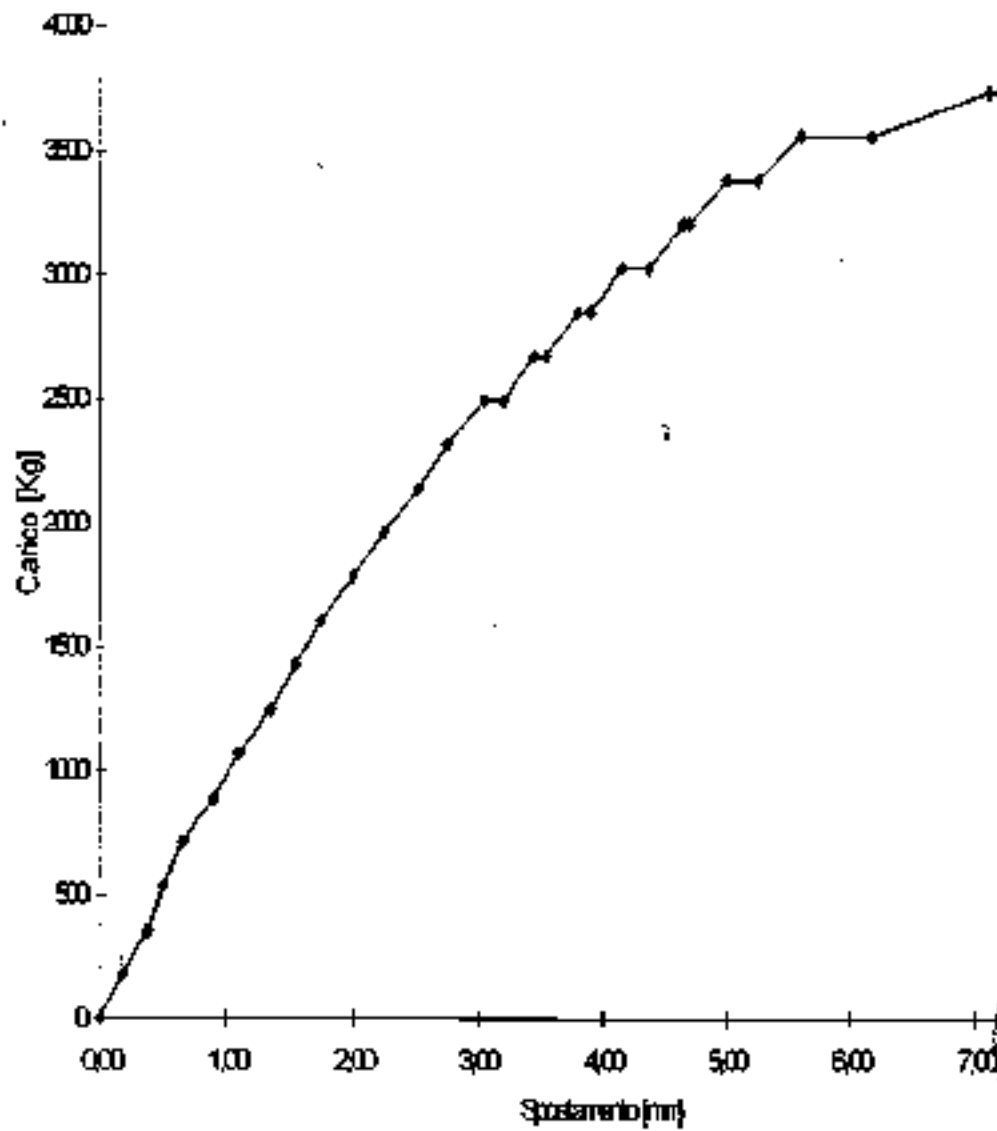
Nella tabella seguente sono riportati i seguenti valori:

- incrementi di pressione con relativi carichi;
- tempi di sosta durante i vari incrementi di carico;
- spostamento rilevato.

Tempo parziale totale		Pressione [bar]	Carico [Kg]	Spostamento [mm]
0	0	0	0	0,00
1	1	10	178	0,18
1	2	20	356	0,38
1	3	30	534	0,50
1	4	40	712	0,65
8	12	50	890	0,90
1	13	60	1068	1,10
1	14	70	1246	1,35
6	20	80	1424	1,55
2	22	90	1602	1,75
3	25	100	1780	2,00
3	28	110	1958	2,25
1	29	120	2136	2,52
2	31	130	2314	2,75
1	32	140	2492	3,05
3	35	140	2492	3,20
1	36	150	2670	3,45
3	39	150	2670	3,55
1	40	160	2848	3,80
3	43	160	2848	3,90
1	44	170	3026	4,15
8	52	170	3026	4,37
1	53	180	3204	4,65
5	58	180	3204	4,70
1	59	190	3382	5,00
6	65	190	3382	5,25
1	66	200	3560	5,60
12	78	200	3560	6,16
1	79	210	3738	7,10
2	81	210	3738	7,20



7 - DIAGRAMMA "CARICO/SPOSTAMENTO"

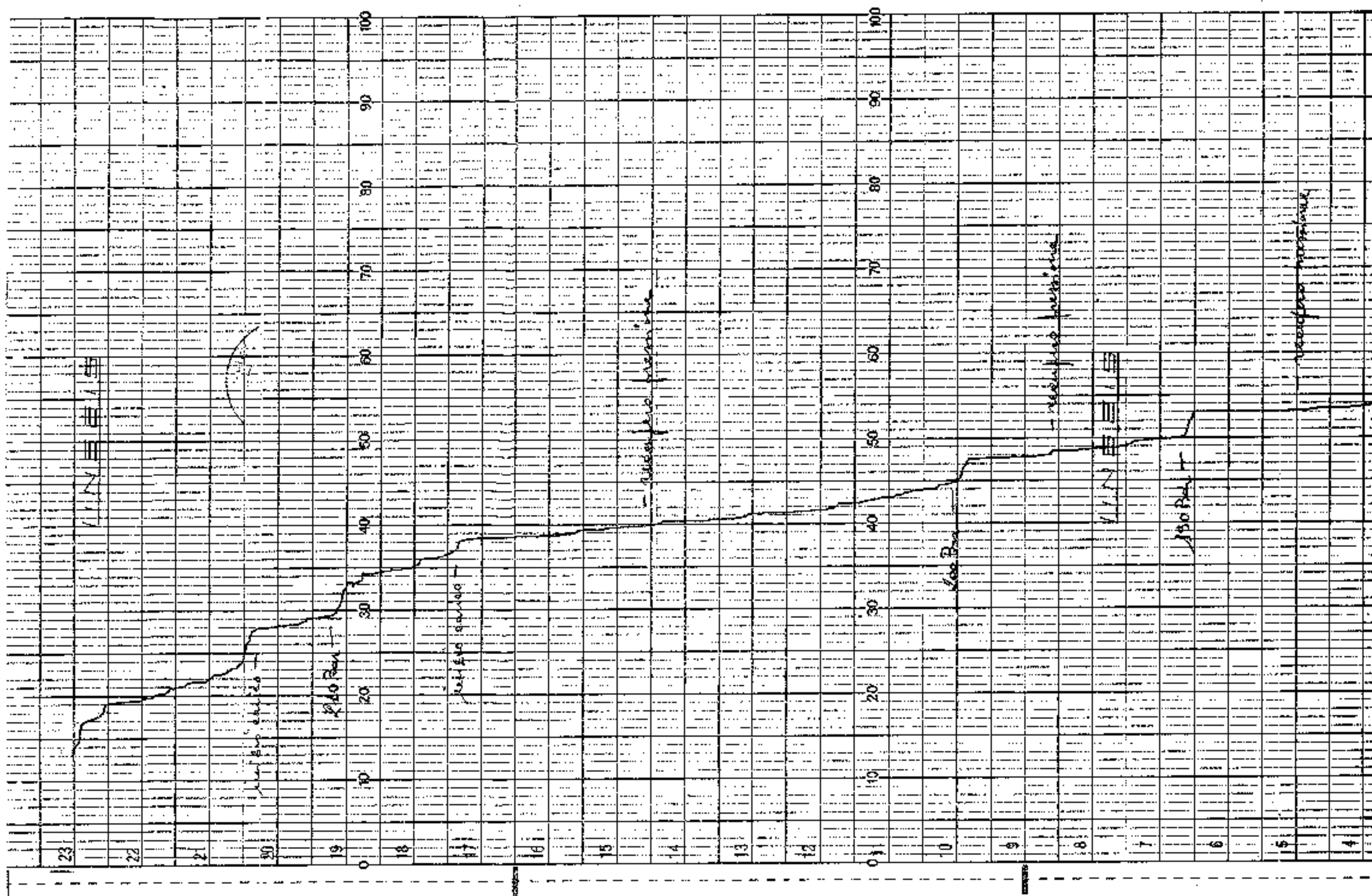


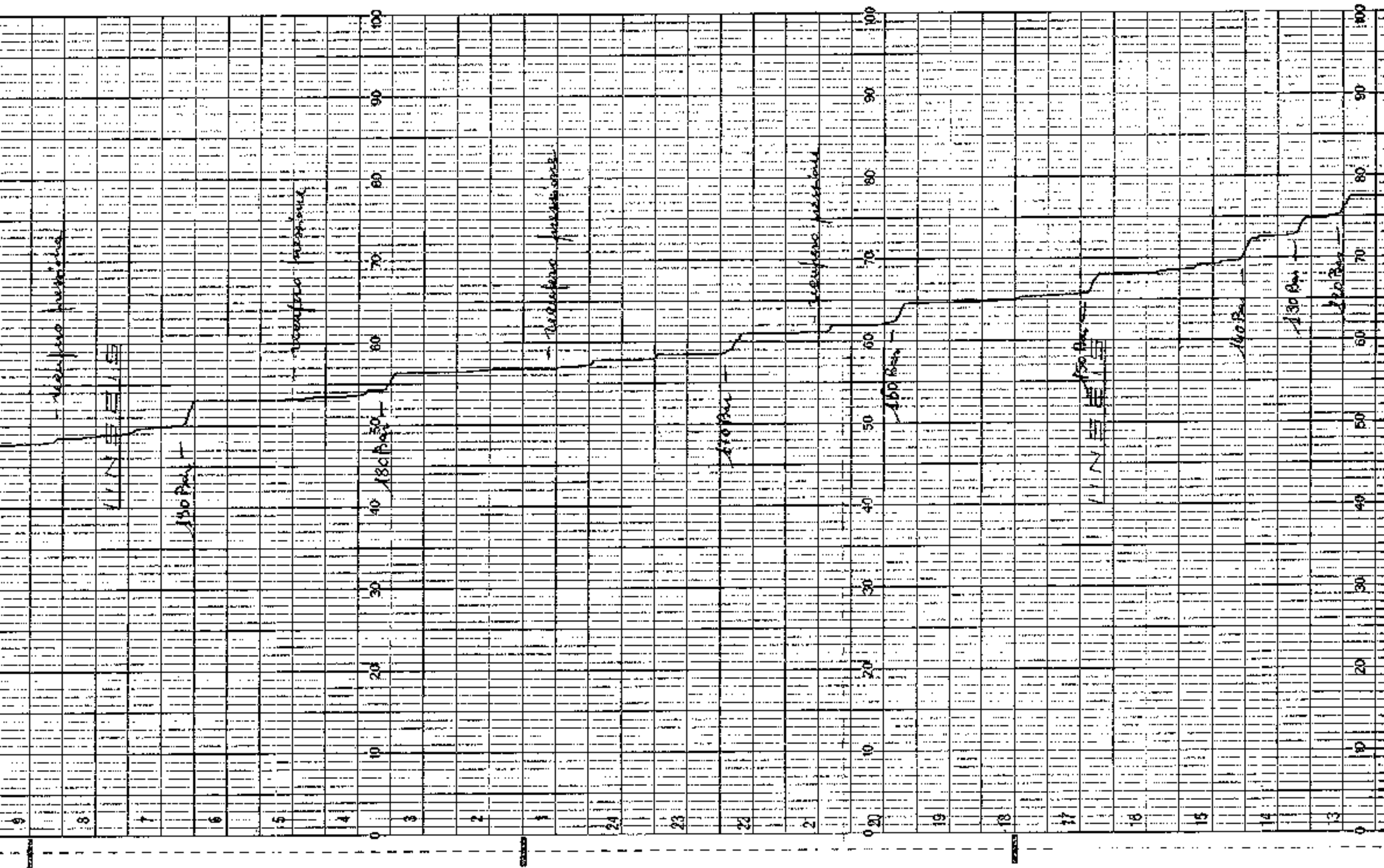
8 - OSSERVAZIONI

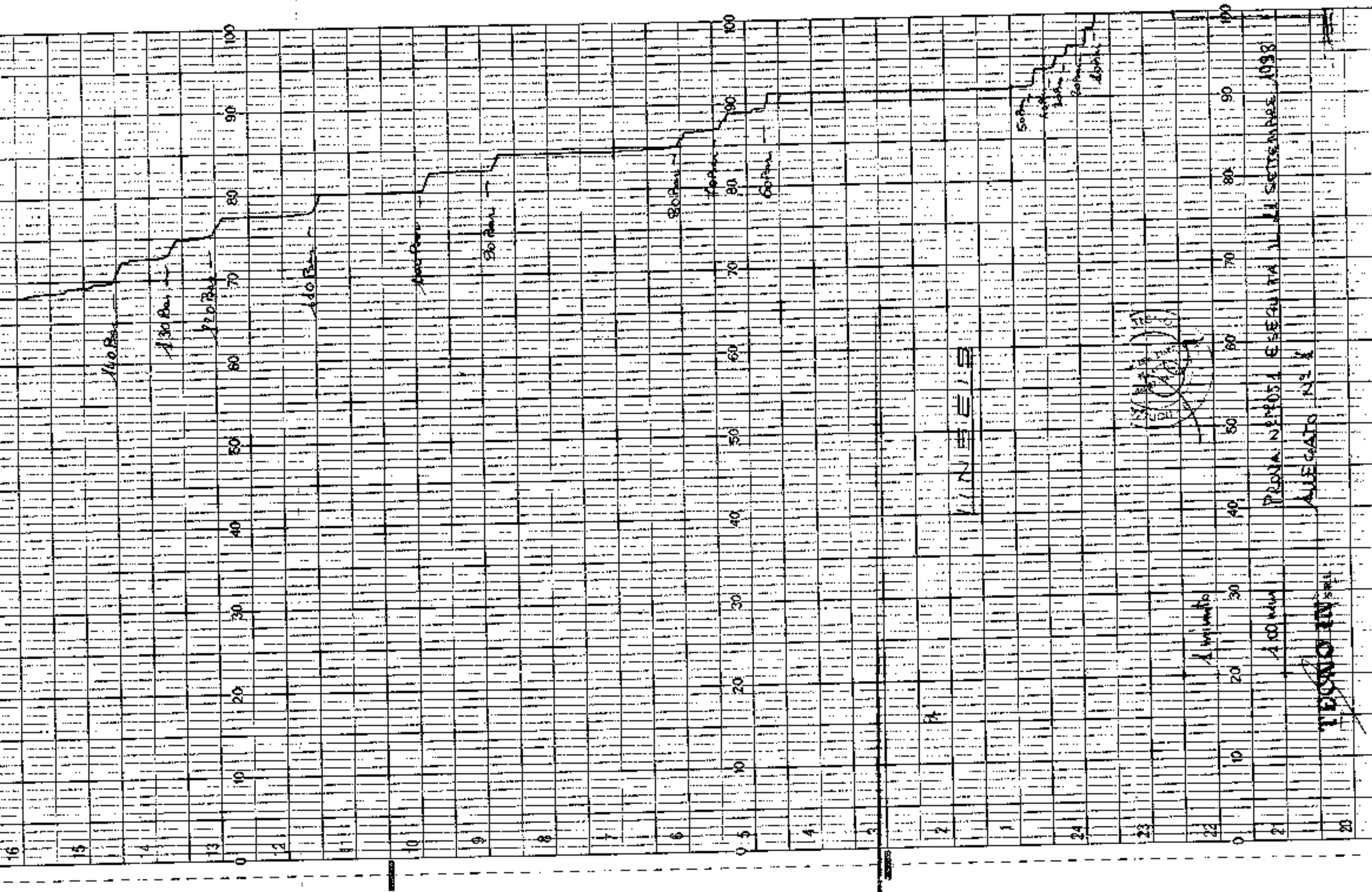
L'analisi dei risultati della prova n° 3, ha evidenziato per la barra in esame i seguenti comportamenti.

- lo sfilamento della barra ossia il distacco del sistema barra-resina-muratura è avvenuto ad una pressione compresa tra i valori di 211-220 bar (corrispondente ad un carico compreso tra 3750 e 3900 Kg);
- l'ultima lettura di spostamento utile (prima dello sfilamento) è stata rilevata alla pressione di 210 bar corrispondente ad un carico di 3700 Kg;
- la barra all'atto dello sfilamento conserva le sue caratteristiche iniziali, ossia non si sono verificate restrizioni di sezione o sfibrature della superficie esterna;
- non è avvenuto distacco di elementi della muratura circostante la barra di prova;
- dall'analisi del diagramma "carico-spostamento", riportato nel capitolo 7 si evidenzia che nell'intervallo di carico compreso tra 0 e 140 bar (corrispondente ad un intervallo di carico compreso tra 0 e 2500 Kg), non si sono verificate cali di pressione, indice che la barra oppone una buona resistenza al carico. Da quanto esposto è consigliabile che per le prossime indagini, gli incrementi di carico compresi nell'intervallo tra i 0-140 bar siano effettuali con incrementi di pressioni pari a 10 bar, mentre per i successivi incrementi sarebbe opportuno procedere con aumenti di pressione pari a 5 bar, con tempi di attesa necessari a far assestare gli allungamenti e/o sfilamenti della barra stessa.









Arapree®

In ambienti corrosivi o in caso di scarsa copertura di calcestruzzo, l'armatura metallica di strutture in cemento armato precompresso o di grandi ponti è soggetta a corrosione e a perdite di carico.

Per migliorare questa situazione è stato sviluppato un nuovo materiale, che combina una grande resistenza a trazione con un'ottima resistenza alla corrosione ed un basso peso specifico.

ARAPREE® (ARAmid PREstressed Element) è un elemento strutturale brevettato, composto da fibre aramidiche parallele, impregnate e rivestite con resina epossidica o resina vinil estere.

La superficie esterna è ricoperta con sabbia di quarzo per ottenere un buon legame con il calcestruzzo ed un ottimo trasferimento dei carichi a trazione.

Grazie a queste caratteristiche può essere impiegato vantaggiosamente in strutture poste vicino al mare o lungo vie di traffico trattate durante l'inverno con soluzioni antigelo.

Per la precompressione le barre ARAPREE® possono essere pretesionate su normali linee per prefilati d'acciaio utilizzando speciali bussole coniche brevettate in materiale plastico.

Nella realizzazione di tiranti d'ancoraggio permanente, le barre ARAPREE® non necessitano di protezione anticorrosione e non vengono influenzate da campi elettromagnetici o correnti vaganti.

Nel campo del restauro di antiche costruzioni l'ARAPREE® viene utilizzato per la realizzazione di chiodature e tiranti in alternativa a barre di acciaio inossidabile o titanio.

Le barre ARAPREE® vengono impiegate per il placaggio ed il cerchiaggio di antiche volte.

Le barre ARAPREE® vengono fornite in bobine con un diametro di circa 2 metri o in elementi tagliati a misura.

In corrosive environments or in case of insufficient thickness concrete, the steel reinforcement of prestressed reinforced concrete structures and large bridges is exposed to the corrosion as well as load loss.

In order to improve this situation it has been developed a new material which combines a very high tensile strength with a good corrosion resistance and a low specific weight.

The ARAPREE® (ARAmid PREstressed Element) is a patented structural element composed of parallel aramidic fibres impregnated and coated with epoxy or vinyl ester resin.

The external surface is coated with quartz sand in order to obtain the best possible link with the concrete as well as a good transfer of the traction loading.

Thanks to these characteristics the ARAPREE® can be successfully used in structures erected nearby the seaside or along the busy roads treated during winter with various deicing solutions.

In the prestressed concrete the ARAPREE® bars can be tensioned through normal lines for steel strands using special patented conical sleeves made of plastic material.

In case of permanent tie rods the ARAPREE® bars do not need anti-corrosion protection and they are not affected by electromagnetic field or stray currents.

In the rehabilitation of old buildings, the ARAPREE® is used for the bolts and keys manufacture in alternative to the stainless steel or titanium bars. The flat bars are used for the plating and the reinforcement of ancient vaults.

The ARAPREE® bars can be supplied in rolls with a diameter of approx. 2 meters or in different lengths according to specific requests.

Forma	Shape	Valore di riferimento	Valore di riferimento	Sezione minima
		Dimensione	in mm	in mm
circolari	circular	2.5	20000	2.22
circolari	circular	5.5	100000	11.1
circolari	circular	7.5	200000	22.2
circolari	circular	8.5	260000	28.86
circolari	circular	10.0	350000	38.85
rettangolari	rectangular	5 x 1	20000	2.22
rettangolari	rectangular	12 x 3	150000	16.65
rettangolari	rectangular	14 x 4	250000	27.75
rettangolari	rectangular	20 x 3	250000	27.75
rettangolari	rectangular	40 x 3	450000	49.95
rettangolari	rectangular	65 x 2	500000	55.5
triangolare	triangular	7 x 7	140000	15.54
triangolare	triangular	10 x 10	200000	22.2

* relativo alla sola sezione delle fibre aramidiche
* related to the section of aramid fibres only

Le misure sono indicative e vengono fornite solamente il n° di fibre e la sezione delle fibre.

Dimensions to be intended indicative. We can only guarantee the number of filaments and the section of the fibres.

Proprietà	Properties	Valore
Resistenza a trazione	Tensile strength	Minim 3000 "
Modulo elastico	Young's modulus	Minim 125 "
Allungamento a rottura	Failure strain	% 2.4
Peso specifico	Density	kg/m ³ 1250
Resistenza a compressione trasversale	Transverse compressive strength	Minim 150
Resistenza al taglio interlamare	Interlamar shear strength	Minim 45
Rapporto di Poisson	Poisson's ratio	0.38
Coefficiente di espansione termica longitudinale	Longitudinal thermal expansion coefficient	-1,6x10 ⁻⁶ /K
Coefficiente di espansione termica trasversale	Transversal thermal expansion coefficient	-35x10 ⁻⁶ /K
Resistenza elettrica in aria	Electrical resistance in air	Open circuit 7x10 ¹¹

** Per evitare possibili errori, i valori validi per la sola sezione rappresentata dalle fibre
** To avoid confusion, values related to the effective fibre cross-section only

Applicazioni - Application

Resistenza alla corrosione
Precompressione esterna
Basso spessore di calcestruzzo
Utilizzo di sali anticongelamento
Basso peso specifico
Calcestruzzi leggeri
Alta resistenza all'urto e alla fatica
Barriere protettive
Traversine ferroviarie

Corrosion resistance
External prestressing
Low concrete covering
Use of deicing salt
Low density
Lightweight concrete
High impact and fatigue resistance
Hazard protection walls
Railways sleepers



SIREG S.p.A.
Società Italiana di Ricerca
Elementi per Geotecnica

20043 ARCORE (MI) - Via del Bruno, 12 - Tel. ++39 (0) 39 627021

- Fax ++39 (0) 39 615996



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

02/74 000000000

FACOLTA' DI ARCHITETTURA - ISTITUTO DI COSTRUZIONI
LABORATORIO UFFICIALE PER LE PROVE SUI MATERIALI
80134 NAPOLI - VIA MONTEOLIVETO, 3 TEL. (081) 5523550 / 5521987 FAX 5520530

Napoli, li 21.06.98

Prat. n. E/298

Prot. n. 41/L



Spett.le srl
TECNO-IN
Via A. Olivetti, 1
POZZUOLI-Napoli

CERTIFICATO DEI RISULTATI DI PROVE
DI TARATURA ESEGUITE SUL MANOMETRO IDRAULICO CONTRASSEGNA
CON LA DICITURA "DISCO 0610".

Data della domanda 17.06.98 Materiale consegnato in Laboratorio il 19.06.98 Data di prova 19.06.98

LETTURE DIRETTE

(bar)

20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
900
950
1000

VALORI SUL MANOMETRO

(bar)

16
38
58
78
98
118
138
158
178
197
218
238
258
277
296
345
395
445
495
540
590
640
690
740
790
846
896
946
996



N.B. - Il manometro è stato marcato con il n. 1178.

LO SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE DELL'ISTITUTO

Det. Loc. ORRILLO D'AMICO

[Signature]

COMMITTENTE: Costruzioni Generali G.S.V.M.D.

**PROSPEZIONI VIDEO-TELEVISIVE
EFFETTUATE NEI FORI DI SONDAGGIO
REALIZZATI IN PALAZZO FUGA
PIAZZA CARLO III - NAPOLI**



Indagini eseguite il 6-8-ottobre-98

TECNO IN srl

Sede legale: 80127 Napoli - Via A. Scarlatti, 211/E

Filiale: 00197 Roma - Viale Parione, 55/A - Tel. 06/8074672 - Fax 06/9000362

Sede amministrativa: 80070 Pozzuoli (NA) - Via Adriano Oliviero, 1 - Tel. 081/5255138 - 5255139 - Fax 081/5255141

P. Iva 05016170696 - CCIAA NA 431047 - Reg. Imprese 357576 - Cap. Soc. 89.300.000

1.- PREMESSA

La Tecno In S.r.l., specializzata nell'effettuazione di prove ed indagini distruttive e non, in sito ed in laboratorio, nonché nella realizzazione di prospezioni video-televisive, è stata incaricata dall'impresa *Costruzioni Generali G.S.V.M.D.*, di realizzare delle riprese video televisive, da riversare su cassette V.H.S, di una serie di fori di sondaggio effettuati sulle pareti e sulla volta di alcuni locali del restaurando PALAZZO FUGA ex Albergo dei poveri sito in Napoli alla Piazza Carlo III.

Si tende a precisare che i fori di carotaggio, realizzati all'interno delle murature in tufo, sono stati effettuati dalla ditta appaltatrice dei lavori. Le risultanze di tali prospezioni sono riportate nei paragrafi a seguire e nella cassetta allegata alla relazione.

TECNO IN S.R.L.



2.- Caratteristiche della strumentazione utilizzata

All'interno dei fori di carotaggio, descritti anch'essi in relazione, è stata inserita una sonda televisiva con la quale sono state eseguite le riprese. L'impianto utilizzato per l'ispezione televisiva in foro è composto dalle seguenti attrezzature:

- telecamera a colori ad alta risoluzione, sensore CCD 1/3", risoluzione >560 linee TV, sensibilità 0,15 Lux F 1,2 obiettivo passo C, alimentazione 11 ± 16 Volt, 0,14 Amp. con batteria interna ricaricabile, durata media della batteria in servizio continuo 10 ore.
- cavo coassiale unico da 75 Ohm, per la trasmissione multiplexata del segnale video e per i comandi a distanza.
- obiettivo zoom motorizzato, lunghezza focale 5,7 – 34,2 mm., angoli di apertura 45,9 – 8,1 gradi orizzontale, 34,8 – 6,2 gradi verticale, rapporto 6:1, diaframma automatico.
- tastiera di comando a distanza, tipo da tavolo, funzioni zoom a/f, fuoco a/f, titolatrice.
- monitor master 14", 625 linee, standard CCIR, input video RS170, alimentazione 220 Volt 30 Watt.
- videoregistratore VHS tipo professionale a 4 testine rotanti, risoluzione a colori 620 linee, R/S – D 45 dB, durata di registrazione



3-15- 27 ore, registrazione audio, programmazione su schermo, fermo immagine, alimentazione 220 Volt/25 Watt.

- cavi di collegamento tra le varie apparecchiature.
- cavi per i test di funzionamento

Il monitoraggio dei fori ha avuto una durata totale di manovra di 10h. e le sue risultanze sono riportate nei 70 min. circa di video allegato alla presente relazione.

I sondaggi sono stati ubicati come da planimetria allegata. Il foro in volta, risulta essere posizionato all'interno della Parrocchia dell'Immacolata, contrassegnato con la lettera B e per quanto riguarda la sua interpretazione video si rimanda alle riprese allegate.



AULA n. 50 PARETE NORD

Carotaggio 1

Ubicazione: *Aula 50 parete Nord*

Lunghezza: 100 cm.

Descrizione del foro: Il foro si presenta quasi del tutto privo di lesioni. La malta risulta sconnessa in alcuni punti verso il fondo foro.

Carotaggio 2

Ubicazione: *Aula 50 parete Nord*

Lunghezza: 94 cm

Descrizione del foro: Il foro si presenta compatto e quasi del tutto privo di lesioni. Le uniche lesioni visibili sembrano essere di tipo capillare.



Carotaggio 3

Ubicazione: *Aula 50 parete Nord*

Lunghezza: 115 cm

Descrizione del foro: Il foro risulta interessato da varie fratture leggermente aperte, collocate al contatto tra i materiali litici e la malta.

Carotaggio 4

Ubicazione: *Aula 50 parete Nord*

Lunghezza: 67 cm

Descrizione del foro: Il fondo foro risulta fratturato ed inoltre si nota l'assenza di malta tra gli elementi litici. Sottili fratture sono collocate nell'interfaccia malta-materiali litici.



Carotaggio 5

Ubicazione: *Aula 50 parete Sud*

Lunghezza: 60 cm

Descrizione del foro: Il fondo foro risulta quasi per nulla fratturato.

Non sembrano evidenziarsi anomalie significative.

Carotaggio 6

Ubicazione: *Aula 50 parete Sud*

Lunghezza: 188 cm

Descrizione del foro: Il foro presenta fratture evidenti a circa 20 cm dal fondo. La stessa situazione si riscontra a circa 60 cm. dal fondo. Le fratture presenti sono di dimensioni ed entità variabile, e sono presenti su tutta la lunghezza delle pareti del foro.



Carotaggio 7

Ubicazione: *Aula 50 parete Sud*

Lunghezza: 186 cm

Descrizione del foro: Alcuni vuoti sono presenti alla profondità di 40 cm dal fondo. Sottili fratture si evidenziano sulle pareti del carotaggio per tutta la sua lunghezza.

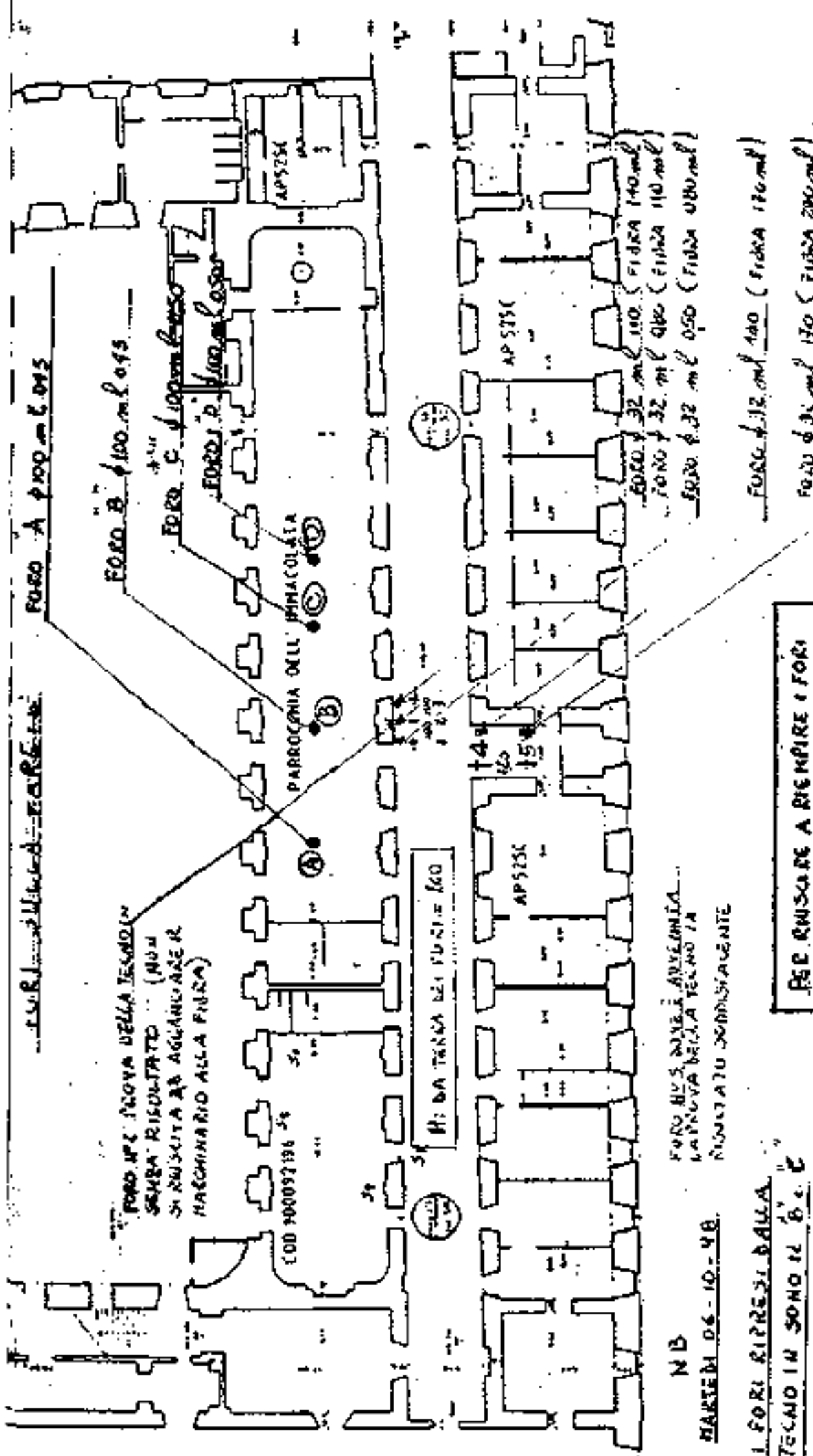
Carotaggio 8

Ubicazione: *Aula 50 parete Sud*

Lunghezza: 194cm

Descrizione del foro: Il fondo foro risulta fratturato. Tra la malta ed i litici si notano fratture anche di ampie dimensioni. Il foro n. 8 , sembra essere tra quelli analizzati, il più fratturato.





FORO N° 12. PROVA DELLA TECNICA
SENZA RISULTATO (NON
SI RUSCITA A AGGIUNGERE
MACCHINARIO ALLA PRIMA)

COD 90097196 54

H: DA TERZA DEL PUNTO 160

FORO N° 12. PROVA DELLA TECNICA
SENZA RISULTATO (NON
SI RUSCITA A AGGIUNGERE
MACCHINARIO ALLA PRIMA)

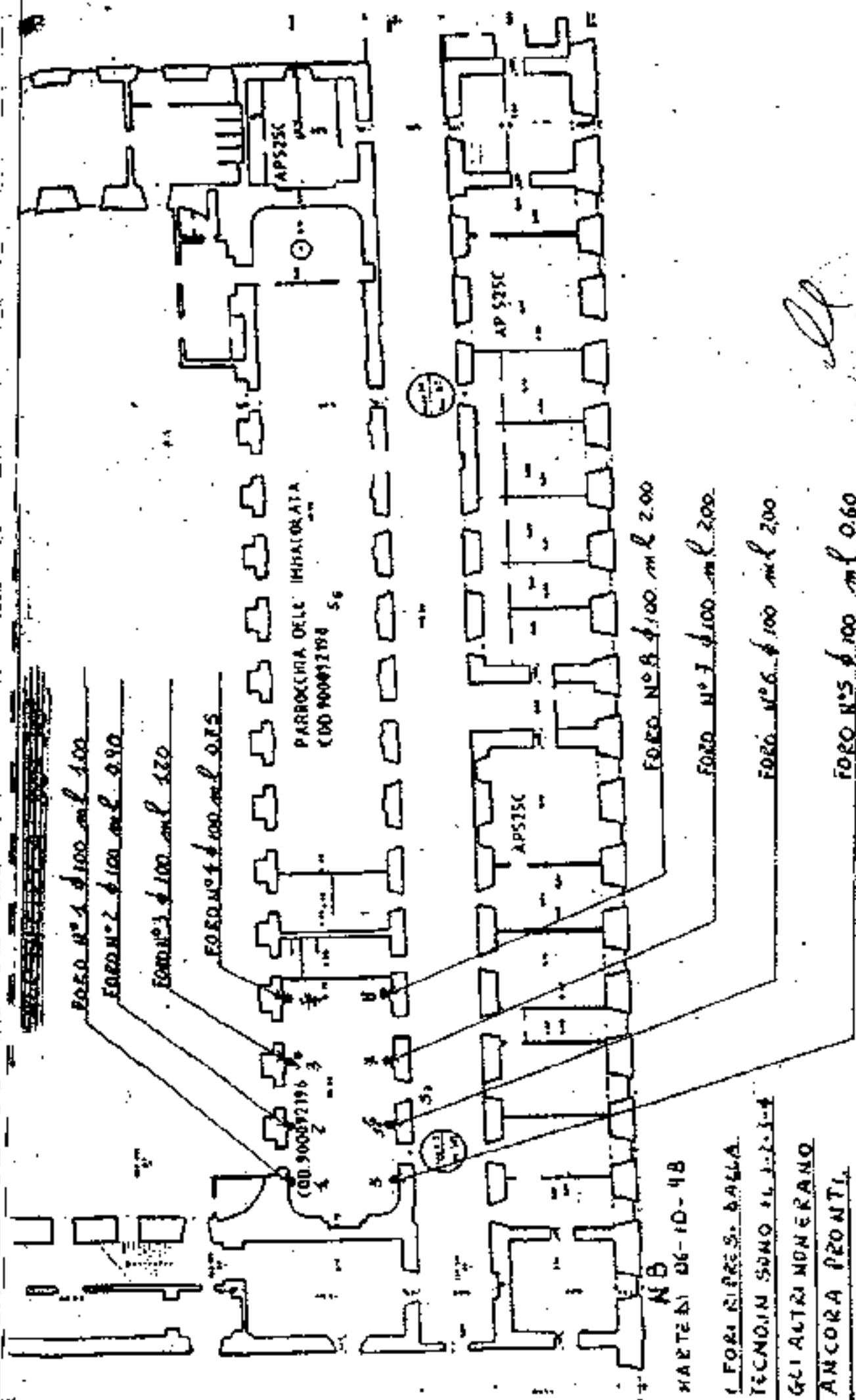
N.B.
MARTEDÌ 06-10-48

I FORI RIPRESI DALLA
TECNICA SONO N° 6 e 7

PER RINSCIRE A RIEMPIRE I FORI
N° 4-5 SONO STATI INIETTATI
N° 56 DI RESINA KIMIA EP-IN
N° 20 DI INDIANTO KIMIA EP-IN
QUATRO IN POLVERE
PER RINSCIRE A RIEMPIRE I FORI
N° 1-2-3 SONO STATI INIETTATI
N° 18 DI RESINA KIMIA EP-IN
N° 24 DI INDIANTO KIMIA EP-IN
QUATRO IN POLVERE



FORO 400 m. L. 045 (FIDRA 170 m. L.)
FORO 400 m. L. 045 (FIDRA 200 m. L.)



N° B
HARTEN 06-10-48

FORO RISPRES. DELLA
TECNOMIN SONO IL 1-2-3-4
GLI ALTRI NON ERANO
ANCORA PRONTI.



Dipartimento di Meccanica, Strutture, Ambiente e Territorio
Università degli Studi di Cassino



Associazione Italiana
d'Ingegneria dei Materiali

INSTM

Consorzio Interuniversitario
Nazionale per la Scienza e
Tecnologia dei Materiali

ATTI

Il Convegno

**MATERIALI E TECNICHE
PER IL RESTAURO**

a cura di
Giuseppe Mascolo



Cassino (FR) - Via G. Di Biasio, 43

1 - 2 ottobre 1989

Ediz. Strada Editore

IL REAL ALBERGO DEI POVERI IN NAPOLI

IL CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE TRA INNOVAZIONE E CONSERVAZIONE.

R. SPARACIO*, F. RUSSO SPENA*, C. SANGIULIANO**

** Dipartimento di Scienza delle Costruzioni - Università di Napoli Federico II -*

*** Ingegnere in Napoli.*

SOMMARIO

La presente nota descrive le opere di consolidamento e assicurazione statica in corso di esecuzione sul monumentale complesso progettato da Ferdinando Fuga a Napoli, noto come l'Albergo dei Poveri.

Nella prima parte si dà conto della delicata fase di valutazione e studio dei dissesti che hanno interessato l'edificio fin dal sisma del 1980 e che hanno provocato crolli di alcune delle coperture a volta degli ambienti; quindi si descriveranno gli interventi progettati la cui definizione è stata particolarmente impegnativa essendosi verificati crolli anche dopo l'inizio dei lavori. Infine si discutono i risultati di un'ampia campagna di indagini, eseguita sia in cantiere che in laboratori per prove dei materiali e finalizzata alla definizione dell'adattabilità e del comportamento meccanico dei materiali scelti, acciaio e materiali compositi, in relazione alle tipologie di intervento ed alle caratteristiche del tessuto murario del complesso.

1. L'Albergo dei Poveri. La storia, l'edificio, i progetti di recupero.

Esempio tra i più notevoli del filone dell'architettura sociale sviluppata in Italia ed in Europa tra la fine del XVII l'inizio del XVIII sec., l'edificio nasce nel 1751 per volontà di Carlo di Borbone Re di Spagna che ne commissiona la progettazione all'architetto fiorentino Ferdinando Fuga.

La fabbrica, sulla scorta di altre edificazioni che si stavano realizzando o che erano state realizzate a Genova, a Lione, a Palermo, doveva ospitare l'enorme folla di indigenti, poveri, malati, ma anche di coloro che, ritenuti molesti, indesiderabili in quanto senza dimora ed occupazione, affollava la città di Napoli.

L'edificio le cui enormi dimensioni e fattura ne fanno un raro se non unico caso di edilizia monumentale destinata ad accogliere non classi dominanti come quelle nobiliari o ecclesiastiche, ma appunto diseredati e malati, non fu mai concluso nella sua progettazione originaria. Impostato, infatti, dal Fuga su cinque cortili, ne furono realizzati soltanto tre, di cui uno, quello centrale, destinato ad essere l'abside della incompiuta chiesa con navate radiali.

La fabbrica prospetta con i suoi 354m di lunghezza sulla Piazza Carlo III e costituisce un elemento urbano di notevole impatto; di pianta rettangolare, esso è costituito da tre corti aperte, non collegate tra di loro; il prospetto principale, improntato sulla massima semplicità stilistica è alto circa 50m; all'interno la struttura

risente del complesso gioco di funzionalità e connessioni sul quale il Fuga aveva voluto progettare la sua opera.

Il braccio longitudinale centrale, quello servito dall'imponente scalone di accesso, è costituito da ambienti di medie dimensioni con coperture voltate a crociera di altezza di circa 4.5 m, mentre la struttura portante è impostata su una fitta trama di murature portanti ben distribuite che assicurano una certa rigidità globale all'organismo centrale.

I bracci laterali, sia quelli longitudinali prospettanti su Piazza Carlo III che quelli trasversali esterni, sono invece caratterizzati per tutta la loro notevole lunghezza, più di 100 m, da ambienti di grande dimensione, strutturalmente definiti da lunghe cortine di muri portanti longitudinali, mai connessi trasversalmente tra loro, su cui sono impostate le coperture a volta a botte "lunettata" in muratura di tufo. In queste zone gli ambienti sono alti fino a 9.10 m. Nella parte alta, in più di un caso, spingenti e mai ammassate volte in c.a. hanno sostituito le vecchie coperture lignee o in muratura contribuendo ulteriormente ad indebolire un già carente impianto strutturale.

Dichiarato inagibile in seguito al sisma del 1980 a cui seguirono nel breve volgere di qualche mese dei rovinosi crolli, l'edificio per anni ha versato in condizioni di abbandono che ne hanno ancor più degradato le condizioni statiche, fino al punto di determinare ulteriori, improvvisi crolli nei bracci prospettanti sulla Piazza Carlo III (l'ultimo addirittura agli inizi del 1998).

Nell'anno 1996 su iniziativa del Ministero dei Beni Culturali e del Comune di Napoli, nel quadro di una globale rifunzionalizzazione dell'intero complesso, viene proposta una iniziativa di recupero e assicurazione statica di alcune delle parti dell'edificio, in particolare all'area dello scalone centrale e della facciata principale e la assicurazione statica di alcuni ambienti del braccio longitudinale occidentale prospettante su Piazza Carlo III.

Di questa seconda parte dell'intervento di consolidamento si tratterà nel prossimo paragrafo.

2. Descrizione dei dissesti e ed analisi delle cause.

Il 1° lotto di intervento individuato dalla Soprintendenza ai Beni Ambientali ed Architettonici nell'ambito del recupero dell'Albergo dei Poveri, riguarda circa 100m lineari di struttura tutti compresi nell'ambito del braccio longitudinale occidentale, prospettante su Piazza Carlo III (fig.1). E' questa una delle parti dell'edificio le cui condizioni statiche destano le maggiori preoccupazioni. Interessata da crolli fin dopo il sisma del 1980, tale area ha subito un ulteriore crollo all'inizio del 1998 relativamente a due livelli di copertura a volte di muratura di tufo degli ambienti della cosiddetta Cappella prospiciente il cortile interno.

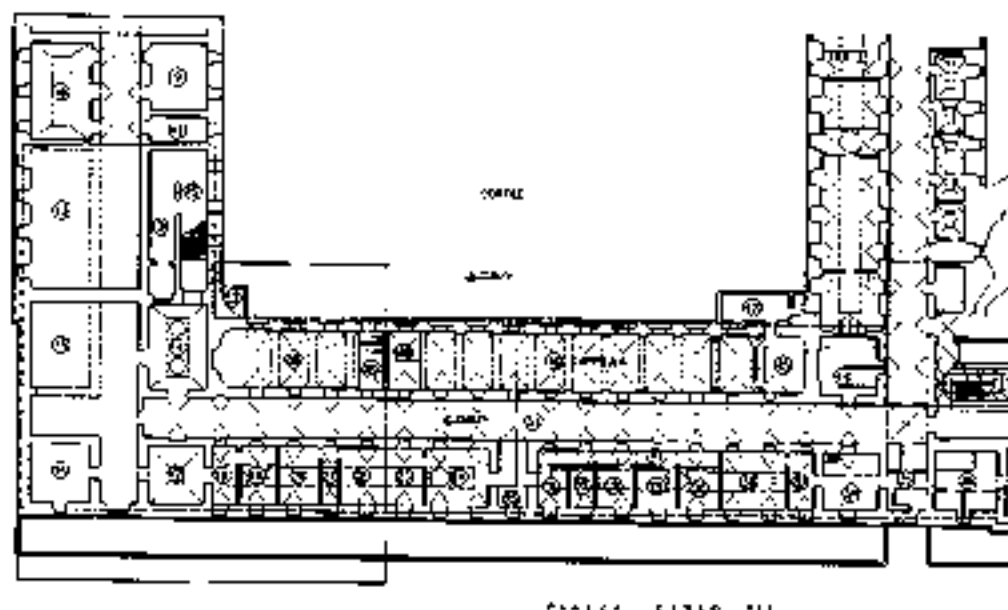


Fig. 1 - Stradaio planimetrico con indicazione della zona di intervento

In questa parte l'edificio presenta una certa regolarità strutturale. La sezione trasversale (fig.2) è definita da tre ambienti contigui, due laterali di dimensioni maggiori ed uno centrale di connessione di larghezza minore; in direzione verticale i primi tre livelli sono impostati con coperture a volta realizzate con disegno a botte lunettata sull'apertura dei vani lungo i muri perimetrali; al di sopra di questi tre livelli, ne esistono altri tre per il solo ambiente centrale e solo due per l'ambiente laterale su Piazza Carlo III.

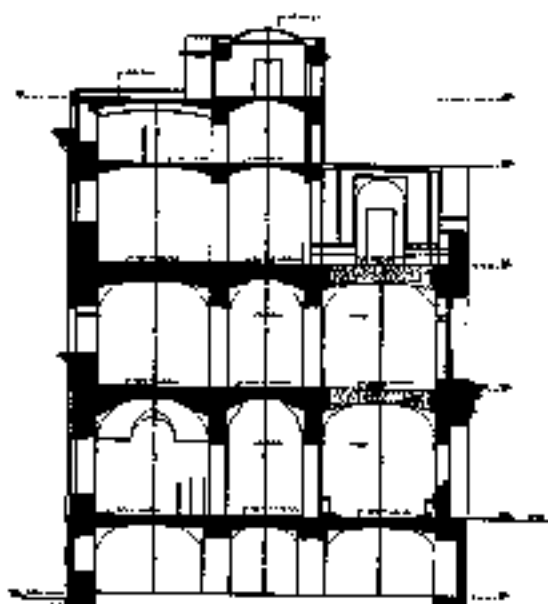


Fig. 2 - Sezione trasversale

Gli ambienti laterali sul cortile interno sono, invece più bassi e si attestano al III livello di volte in muratura.

Al di sopra del III livello tutte le vecchie coperture, probabilmente piane e lignee, furono sostituite con volte in cemento armato mal

collegate alle murature laterali a mezzo di un insufficiente appoggio.

Queste volte sono state probabilmente origine o concausa di alcuni dei crolli avvenuti in quanto per effetto del sisma rovinarono sulle sottostanti volte in tufo trascinando anch'esse al crollo. L'analisi delle superfici scoperte dal crollo ha premesso di effettuare un accurato studio sull'impianto strutturale delle stesse volte



Fig. 3 - Operazioni di detestazione delle parti pericolanti. Si notano le superfici di crollo perfettamente lisce.



Fig. 4 - Più ordini di volta crollate. Anche in questo caso è molto chiara la mancanza di ammortature volta-muro.

in tufo; infatti in molte delle aree del crollo si è potuto verificare come queste volte fossero deficienti in collegamenti ed ammortature trasversali alle spesse pareti verticali (figg. 3, 4) nelle sezioni di imposta.

Tale ricorrente difetto di collegamento, unito al lungo sviluppo longitudinale delle murature portanti prive di pareti trasversali e, quindi, particolarmente vulnerabili al sisma per effetto della loro deformabilità costituisce lacuna strutturale da colmare per poter procedere ad una rifunzionalizzazione dell'edificio.

Individuata, allora, nella eccessiva deformabilità longitudinale delle cortine murarie e nella mancanza di sufficienti elementi di appoggio e collegamento volta-muro, i due elementi determinanti nei crolli e nei dissesti di questa parte dell'edificio, sono stati definiti gli interventi di presidio necessari.

3. Gli interventi progettati. Le tecniche ed i materiali.

Ammessa come necessaria la demolizione delle volte in cemento armato dei livelli sovrastanti il III, che attualmente presentano profondi e vistosi distacchi dalle pareti laterali, gli interventi oggetto della presente nota si riferiscono alla sola assicurazione statica delle volte in muratura di tufo presenti al I e II livello.

Tali interventi di consolidamento possono essere raggruppati nelle seguenti tre tipologie:

- *Chiodatura* delle volte alle murature verticali mediante elementi lineari subverticali per assicurare l'efficace collegamento;
- *Tirantature orizzontali* immerse nello spessore murario delle volte per tutto la larghezza dei corpi di fabbrica per impedire o limitare lo spostamento relativo tra muri paralleli e le cadute di spinta nelle volte;
- *Placcaggio a fasce dell'intradosso* delle volte, secondo le direttrici delle stesse per rinforzare le stesse e prevenire le fessurazioni dovute al peso proprio o a caduta di spinta.

Le tirantature orizzontali a tratto lungo all'estradosso delle volte ed il placcaggio delle volte prevedono l'impiego di materiali compositi, in particolare fibre di aramide in matrice di resina epossidica, gli ancoraggi subverticali sono in acciaio inox AISI 316.

L'acciaio inossidabile del tipo AISI 316 è particolarmente idoneo per resistere alla corrosione anche in volumi esposti alle aggressioni atmosferiche quali sono le porose murature di tufo che costituiscono l'ossatura portante dell'Albergo dei Poveri. Il materiale composito utilizzato per gli interventi b) e c) di tirantature e placcaggio è costituito da fibre aramidiche lunghe, parallele impregnate in una matrice resinosa (aliquote di composizione: 50% aramide e 50% resina); negli interventi descritti sono stati utilizzati nastri e barre circolari. I nastri per il placcaggio delle volte all'intradosso hanno dimensioni 65x2 mm, con numero di filamenti pari a 500000 e sezione reale delle fibre pari a 55,5 mm²; per le tirantature si è ricorso a barre circolari Ø8,5 con area di fibre di 28,86 mm² e numero di filamenti pari a 260000. I valori teorici di resistenza ultima di tali elementi sono elevatissimi: per le barre circolari la rottura si raggiungerebbe per uno sforzo di 86500 N, mentre per nastri da 65x2 mm la rottura si raggiungerebbe per circa 160000 N.

L'intervento di chiodatura prevede tre barre di diametro $\phi 12$ per lato e per metro lineare di volta; la lunghezza delle barre è definita dalla geometria stessa delle volte, in ogni caso si è sfruttato al massimo la lunghezza su cui mobilitare lo sviluppo potenziale degli sforzi tangenziali di aderenza; gli ancoraggi sono disposti in fori $\phi 32$ mm iniettati con malte antiritiro, caratterizzate da alta aderenza al supporto di tufo, buona resistenza meccanica, ottima lavorabilità, insensibilità alla presenza di sali (solfati in particolare).

I tiranti orizzontali, da disporre all'estradosso della volta, circa 30 cm al di sotto del piano di calpestio, sono distribuiti in numero di 2 per ogni 5 m di volta; essi sono costituiti ciascuno da un foro del diametro $\phi 60$ mm nel quale sono inghisati, con malta cementizia additivata antirivolo, quattro barre $\phi 8,5$ mm. La distribuzione dei tiranti è stata impostata concentrando i due fori ogni 5 m in asse agli archi di dimensioni maggiori (in corrispondenza delle lesene che segnano il ritmo delle facciate interne). Tale tirantatura orizzontale è stata realizzata a tratto lungo in modo da collegare più campate del corpo di fabbrica.

La terza tipologia di intervento di rinforzo è il placcaggio dell'intradosso delle volte con nastri in materiale composito della larghezza di 65 mm. Questo intervento è realizzato con la preventiva formazione di tracce disposte secondo le direttrici delle volte. I nastri di composito sono posti in opera a mezzo di resine adesive con interasse di 2.5 m (fig.5).

Allo scopo di progettare il recupero strutturale con interventi che fossero il meno possibile invasivi, in tutte le tecnologie utilizzate si è evitato il ricorso ad elementi di contrasto a vista quali piastre, apparecchi di tenuta. Ciò ha comportato la necessità di verificare l'ammissibilità degli interventi, (chiodature subverticali, tirantature orizzontali estradosso, placcaggio delle volte), basandosi esclusivamente sulla trasmissione degli sforzi tra elemento di armatura, miscele di iniezione o resine adesive, e supporto murario in tufo, attraverso le tensioni tangenziali di aderenza.

La complessità del meccanismo di trasmissione e diffusione degli sforzi di aderenza, la difficoltà di individuare univoci modelli teorici di caratterizzazione costitutiva, le incertezze sulle caratteristiche meccaniche della muratura, hanno richiesto la esecuzione di una campagna di prove sperimentali eseguite in cantiere ed in laboratorio allo scopo di valutare l'efficacia delle tecniche di intervento soprattutto per quanto attiene alla scelta dei materiali in relazione alla loro interazione con il tessuto murario preesistente.

Il ricorso ai materiali compositi per la realizzazione di interventi tradizionalmente eseguiti avvalendosi dell'acciaio rende, infatti, indispensabile la valutazione sperimentale delle prestazioni meccaniche degli interventi progettati al fine di individuare opportuni coefficienti di sicurezza.

Nel seguito si riferisce limitatamente alle prove di estrazione degli ancoraggi in acciaio e F.R.P. nella muratura di tufo, precisando tuttavia che sono state eseguite e si stanno eseguendo numerose altre prove tra le quali quelle per la determinazione dell'efficacia quantitativa dell'intervento di placcaggio di nastri in fibre di aramide all'intradosso delle volte, su modelli in scala di archi in muratura di tufo.

4. Le prove di estrazione di ancoraggi in acciaio ed in FRP.

Le prove di estrazione (pull-out) sono state condotte tutte su elementi metallici e non, immersi, per una lunghezza di 150 cm, in porci di muratura di tufo di spessore sempre maggiore di cm 190, con inclinazione sulla verticale di circa 20°.

Per la realizzazione degli ancoraggi sono state seguite le seguenti fasi tecnologiche:

- a) esecuzione di foro cilindrico di diametro $\Phi 32$ mm nella muratura di tufo con carotiere a rotazione ad acqua;
- b) disposizione dell'elemento di armatura, di tubo per iniezione della malta e di tubo spia;
- c) iniezione a pressione di malta cementizia o premiscelata, dotate di alta resistenza meccanica e adesione.

Mediante questa tecnologia sono stati realizzati:

- 22 ancoraggi costituiti da nastri in fibre di aramide di sezione nominale 14x4 mm da 250.000 filamenti, con superficie geometricamente liscia, sabbiati per migliorarne l'aderenza, con area delle fibre pari a 27.75 mm², in tutti i casi la miscela di iniezione è costituita da malta cementizia additivata antiritiro con cemento 425. Per le fibre in aramide si ha $\sigma_{rot} = 3000$ Nmm⁻²; $E_{fibre} = 125$ KNmm⁻²; $E_{comp} = 65$ KNmm⁻².
- 10 ancoraggi costituiti da barre nervate in acciaio inox di sezione $\Phi 12$ mm. I fori di diametro $\Phi 32$ mm sono stati iniettati con malte ad alta aderenza.

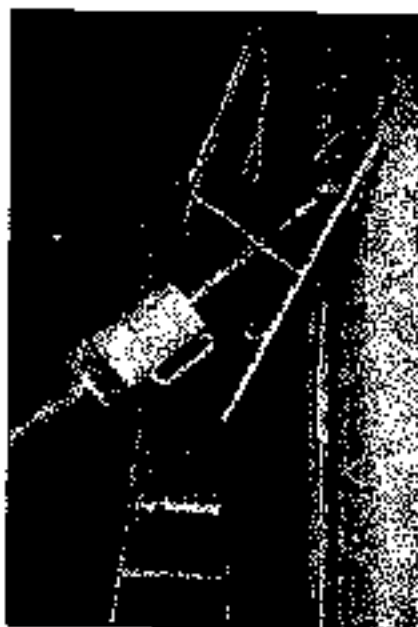


Fig. 6 - L'apparecchio di tiro.

- 9 ancoraggi costituiti da nastri in vetroresina di sezione nominale di 28x4 mm, con superficie geometricamente liscia, sabbiati per migliorarne l'aderenza. I fori di diametro $\Phi 32$ mm sono stati iniettati con malte ad alta aderenza. Per le fibre in vetro si ha $\sigma_{rot} = 2700$ Nmm⁻²; $E_{fibre} = 80$ KNmm⁻²; $E_{comp} = 40$ KNmm⁻². In tutte le prove programmate le barre o i nastri presentavano un tratto libero della lunghezza di 50cm, allo scopo di consentire l'applicazione della forza di estrazione.

Il carico è stato applicato a mezzo di martinetto oleodinamico dotato di pistone forato di sezione pari a 85.5 cm² capace di applicare una pressione massima di 700 bar e dotato di una corsa massima di 15 cm (fig.6). I dati rilevati, oltre alla intensità della forza di

estrazione applicata, sono stati gli spostamenti del complesso barra-iniezione a monte del punto di applicazione della forza (a circa 2-3 cm dal paramento murario), e gli spostamenti della barra a valle del punto di applicazione della forza - le letture sono state eseguite elettronicamente a mezzo di trasduttore elettromagnetico -.

Come considerazione di carattere generale si fa esplicitamente osservare che il meccanismo di resistenza all'estrazione per aderenza di barre cilindriche in acciaio o FRP in murature di tufo è marcatamente diverso da quello caratteristico di barre d'armatura del conglomerato cementizio. Con riferimento a quest'ultima situazione sembra ormai sperimentalmente accertato che il meccanismo di resistenza che caratterizza l'aderenza fra l'armatura ed il cls si estrinsechi con una fenomenologia costituita di quattro fasi distinte, indipendentemente dal materiale costituente armatura. Per valori dello sforzo tangenziale medio τ sufficientemente minore della resistenza a trazione del cls, l'aderenza è governata dall'adesione chimica e non comporta scorrimento relativo apprezzabile.

Per valori delle tensioni tangenziali nell'ordine della resistenza a trazione del cls, viene meno l'adesione chimica, mentre lo scorrimento della barra, pur non essendo di entità tale da configurare l'incuneamento della barra, produce delle pressioni locali notevoli fra armature e cls con formazione di fessure trasversali (*bearing phase*).

Per valori ancora maggiori di τ , ma minori di $1/3$ della resistenza a compressione del cls, nascono le prime fessure longitudinali con incuneamento della barra e conseguente spinta radiale (*splitting phase*).

Le fessure longitudinali si propagano all'interno del copriferro e dell'interferro provocando il collasso (fragile in assenza di staffe, duttile in presenza di contenimento trasversale).

Il caso degli ancoraggi nelle murature invece, presenta maggiori analogie con quello delle tirature in roccia. Infatti scopo della chiodatura delle murature non è certo quello di conferire alla muratura la capacità di resistere a trazione, bensì quello di rendere solidali o ripristinare la solidarietà di volumi murari.

Ciò comporta maggiori lunghezze di ancoraggio per la necessità di intervenire con le chiodature ben all'interno delle masse murarie, e quindi con un conseguente diverso meccanismo di trasmissione degli sforzi di aderenza tra malta di iniezione e muratura. Il meccanismo di trasferimento degli sforzi tra barra e malta di iniezione è invece strettamente analogo a quello delle barre di armatura nel cls.

Il collasso dell'ancoraggio può avvenire con tre distinte modalità: rottura della barra, sfilamento della stessa dalla malta di iniezione, sfilamento del complesso barra-malta di iniezione dal supporto murario.

In nessuna delle prove eseguite in cantiere, anche in considerazione della lunghezza del tratto immerso, si è verificato lo sfilamento del complesso barra-malta dal supporto murario. Le altre tipologie di rottura precedentemente indicate si sono verificate sia sulle barre in acciaio che su quelle in vetroresina, invece, per quanto

riguarda i nastri in AFRP si è sempre verificata la rottura dell'elemento in composito al morsetto, dove alla componente normale di sforzo in direzione dell'asse si sovrappongono componenti normali di sforzo nelle direzioni ortogonali.

Convenzionalmente nella esecuzione delle prove si è ritenuto di aver attinto il collasso per sfilamento in corrispondenza del valore di carico raggiunto all'atto della perdita di pressione nel dispositivo oleodinamico.

Nella tabella seguente, per ciascuno dei materiali utilizzati, sono riportati in sintesi i risultati delle prove eseguite (fig 7), dove il carico è la forza applicata dal martinetto e le tensioni tangenziali sono valutate, come valori medi sulla lunghezza di 150cm, rispettivamente sul perimetro dell'armatura dell'ancoraggio e sul perimetro del cilindro iniettato.

Nastri in vetroresina spessore max 4x2	n.	distanza di ancoraggio	Carico		Tensioni		Commento
			Carico (kg)	Carico-massa (kg/cm ²)	Tensione (kg/cm ²)	Tensione (kg/cm ²)	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1	1	11150	1,37	0,14	7480	Rottura della base
			11150	1,37	0,14	7480	Rottura della base
			5580	0,68	0,37	3700	Rottura della armatura al composito
			8080	1,51	0,57	5700	Rottura di sfilamento della base
			111150	1,37	0,71	7470	Rottura di sfilamento della base
			10260	1,81	0,68	6800	Rottura di sfilamento della base
			7480	1,46	0,62	6200	Rottura di sfilamento della base
			8930	1,50	0,59	5700	Rottura di sfilamento della base
			4790	1,50	0,57	5700	Rottura di sfilamento della base
			11540	2,04	0,77	7660	Rottura di sfilamento della base
			Media	0,99	0,54		
Nastri in vetroresina 7x2 strati sottopelle	1	1	10050	0,94	0,62	6200	Rottura di sfilamento del cilindro
			7690	0,98	0,51	5100	Rottura del cilindro al ancoraggio
			3550	0,89	0,57	5700	Rottura di sfilamento del cilindro
			5700	0,62	0,40	3980	Rottura di sfilamento del cilindro
			7690	0,80	0,51	5100	Rottura del cilindro al ancoraggio
			4840	0,71	0,45	4500	Rottura del cilindro al ancoraggio
			111150	1,16	0,71	7470	Rottura del cilindro al ancoraggio
			8200	1,07	0,68	6800	Rottura del cilindro al ancoraggio
			8200	0,60	0,57	5700	Rottura del cilindro al ancoraggio
			Media	0,70	0,54		
Nastri in fibre di aramide (tecnica da 250/300) filamenti, sottopelle	1	1	29930	0,55	0,28	1990	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			5580	1,05	0,37	3700	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			3790	0,70	0,39	3900	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			3490	0,71	0,26	2600	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4290	0,79	0,24	2400	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4290	0,79	0,28	2800	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4290	0,79	0,22	2200	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4290	0,79	0,26	2600	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4290	0,79	0,28	2800	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			3900	0,71	0,36	3600	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			2130	0,40	0,14	1400	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4670	0,66	0,34	3400	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4790	0,80	0,32	3200	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4190	0,78	0,23	2300	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			3640	0,71	0,26	2600	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4090	0,74	0,27	2700	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4090	0,74	0,27	2700	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			34070	0,68	0,24	2440	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4290	0,79	0,28	2800	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			5580	1,05	0,37	3700	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			4700	0,81	0,31	3100	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			5100	0,95	0,34	3400	Rottura nastri per sfilamento al ancoraggio
			Media	0,71	0,28		

Fig 7 - Sintesi dei risultati delle prove.

Gli stessi risultati in forma grafica sono riportati nelle figure da 8 a 11.

Gli spostamenti riportati sull'asse delle ascisse sono quelli della sezione della barra immediatamente a valle del paramento murario che in base alle citate modalità di esecuzione della prova di estrazione sono comprensivi della deformazione dell'intero complesso barra-malta-muratura. Le tensioni tangenziali sono quelle al contatto barra-malta.

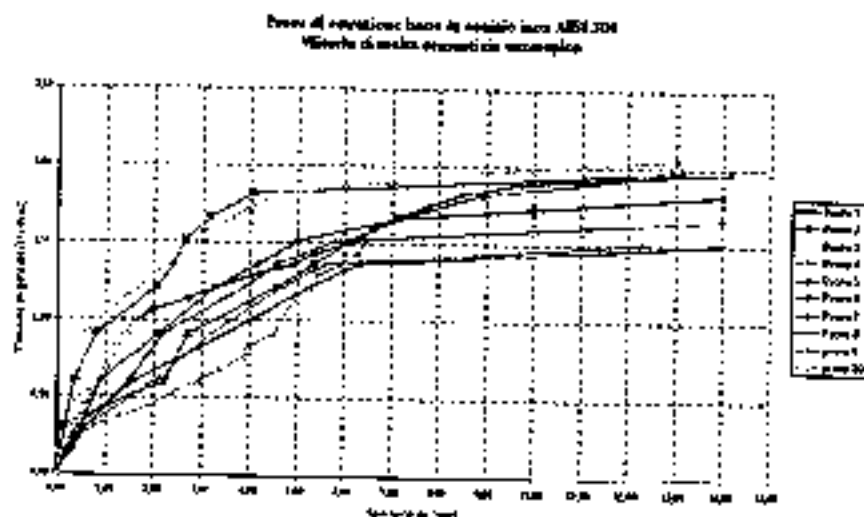


Fig. 8 - Diagramma Tensioni lg-spostamenti prova su acciaio

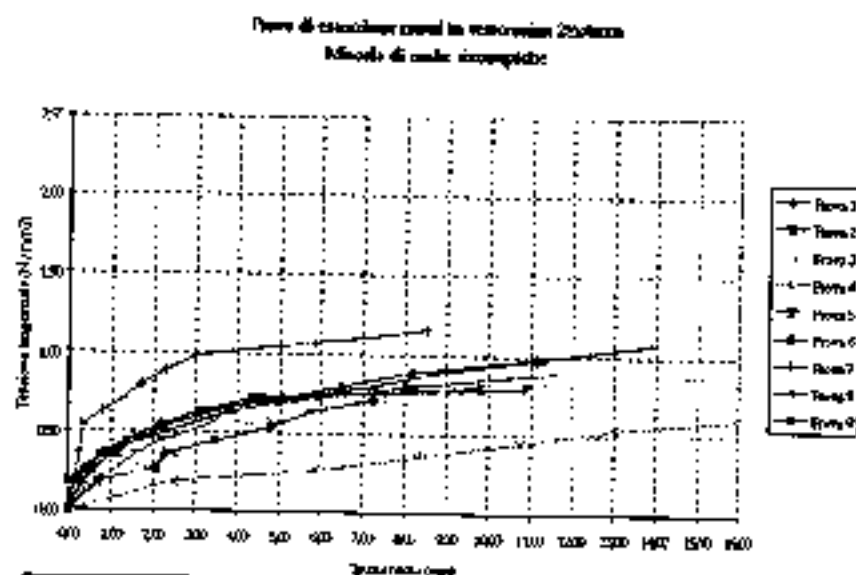


Fig. 9 - Diagramma Tensioni lg-spostamenti prove su malta epossidica

Prova di materiali usati in impianti 1961
Materiali di struttura 425 addizionale

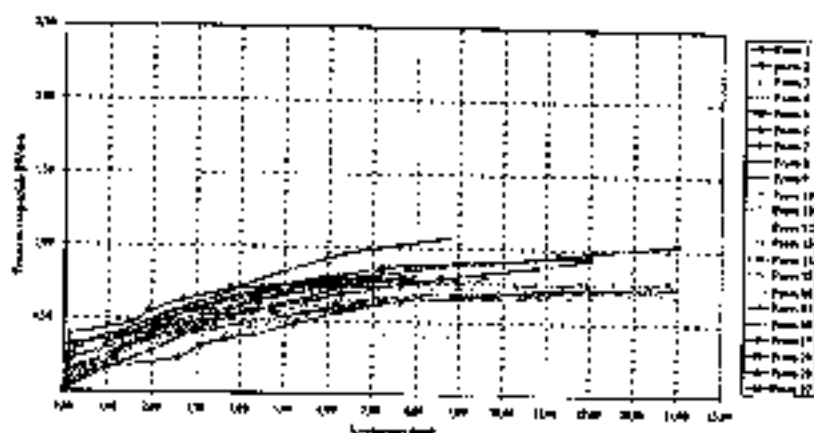


Fig. 10 - Diagramma tensione lg-spontanea prove su nastri in anemide.

Confronto prove di materiali usati in impianti 1961
Materiali di struttura 425 addizionale

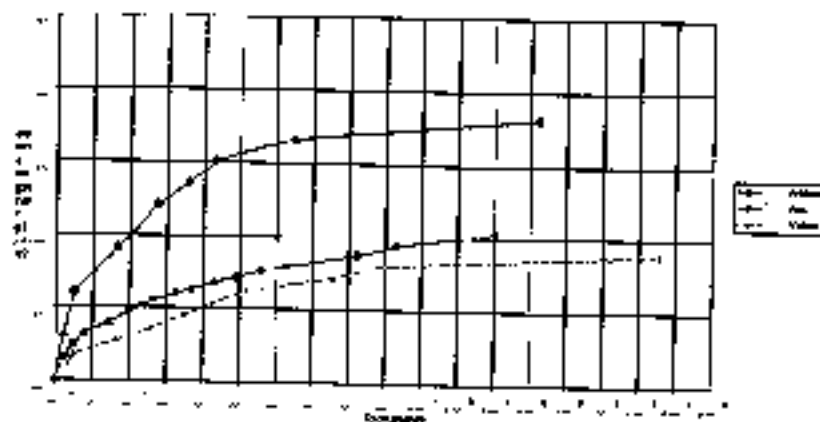


Fig. 11 - Confronto tra i diagrammi interpolari delle tensioni lg-spontanee su tre materiali.

Le figg. 8,9,10, riportano gli andamenti dei diagrammi tensione tangenziale-spostamento relativi ai tre differenti tipi di materiale.

Qualitativamente le curve si presentano simili, con una fase iniziale caratterizzata da valori delle tensioni tangenziali al di sotto dei $0,5 \text{ Nmm}^{-2}$, nella quale, prevalendo il meccanismo di adesione chimica tra barra e malta di iniezione, gli scorrimenti sono di modestissima entità e confrontabili.

Superata questa fase si entra nel campo della *bearing phase*. I risultati delle prove sono essenzialmente influenzati dal tipo di materiale costituente l'ancoraggio.

Dalla fig.11, che riporta il confronto tra le curve interpolari relative ai tre materiali, si ricava che gli scorrimenti tra barra in acciaio e nastri in composito sono all'incirca nel rapporto dei moduli elastici (circa 4/1).

Per i due materiali compositi le curve τ -scorrimento risultano sostanzialmente simili ciò che conferma che, nella seconda fase, il fenomeno dell'aderenza è influenzato dai valori dei moduli elastici che, infatti, per i due materiali sono dello stesso ordine di grandezza.

Per quanto riguarda i valori ultimi di estrazione, per i nastri in aramide la rottura per compressione ortogonale all'asse non ha consentito di testare a pieno il materiale per la resistenza ultima, per i nastri in vetroresina, invece, si sono raggiunti valori di 8-10 t che rendono tali materiali assolutamente confrontabili con l'acciaio dal punto di vista meccanico.

5. Conclusioni

Con riferimento ad una concreta situazione applicativa le numerose prove sperimentali di estrazione di ancoraggi, eseguite su murature in tufo, hanno dimostrato l'efficacia quantitativa di questa tecnologia di intervento per il ripristino della connessione tra parti murarie distinte. I risultati delle prove, opportunamente interpolati, consentono di stabilire analogie e differenze di comportamento rispetto agli ancoraggi nel cemento armato.

Per quanto riguarda, invece, un utile confronto, tra l'acciaio ed i meno tradizionali materiali compositi, si è constatato che la risposta dell'ancoraggio in materiale composito all'azione esterna, risulta confrontabile, in termini di resistenza ultima allo sfilamento, con quella dell'acciaio, né la maggiore deformabilità, dovuta ai differenti valori del modulo di elasticità, appare di entità tale da non essere compatibile con la funzione di ancoraggio di volumi murari.

BIBLIOGRAFIA

- (1) P.G. Gambarova, G. Rosati, S.O. Sharif, *Aderenza armatura-calcestruzzo e fessurazione longitudinale, per barre di grosso diametro*, Politecnico di Milano, Scuola di specializzazione in costruzioni in c.a., Studi e Ricerche vol. 12, 1990.
- (2) G. Pizzari, C. Schiumi, *Sul collasso dell'aderenza per sfilamento della barra e spacco del calcestruzzo*, Politecnico di Milano, Scuola di specializzazione in costruzioni in c.a., Studi e Ricerche vol. 12, 1990.
- (3) M. Faoro, *The influence of stiffness and bond of FRP bars and tendons on the structural behaviour of reinforced concrete members*, ACMBIS. M.M. El-Badry Editor, CSCE Montreal (Quebec), 1996.
- (4) F. Lorenzelli, *Napoli dietro la Facciata. Il real Albergo dei Poveri*, Banca Idea, Napoli 1998.
- (5) P. Giordano, *Ferdinando Fuga a Napoli, l'Albergo dei Poveri, il Cimitero delle 366 fosse, i Granili*,
- (6) R.L. Woods, K. Barkhordari, *Load transfer mechanism in ground anchorages*, NUMOG VI, Edt. S. Pietruszczak. Blakema, Rotterdam, 1997.



SERVIZI DI INGEGNERIA

**COMPLESSO MONUMENTALE EX REAL
ALBERGO DEI POVERI - NAPOLI
INDAGINI STRUTTURALI**



Coordinatore Tecnico
Dott. Roberto Delgado

Relatore
Ing. Silvana Di Ieso

Napoli, marzo 1999

Staff Operativo
P.T. Vincenzo Longobardi
P.T. Francesco Esposito



TECNO IN srl

Sede legale: 80127 Napoli - Via A. Sciallaj, 211/E

Filiale: 00197 Roma - Viale Parioli, 55/A - Tel. 06/8074872 - Fax 06/8080362

Sede amministrativa: 80078 Pozzuoli (NA) - Via Adriano Olivetti, 1 - Tel. 081/5255139 - 5255139 - Fax 081/5255141

P.iva 03016170630 - CCIAA Ita 411847 - Pag. Impresa 327580 - Cap. Soc. 99.000.000

INDICE

<i>Premessa</i>	pag.3
1. INQUADRAMENTO STORICO E CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA	4
2. METODOLOGIA DELLE INDAGINI E LORO FINALITA'	5
2.1 PROVE IN SITO SU TIRANTI	5
2.2 PROVE IN LABORATORIO SU TIRANTI.....	6
2.3 PROVE IN LABORATORIO SU CAMPIONI DI TUFO E MALTA.....	7
3. UBICAZIONI E RISULTATI	8
3.1 PROVE IN SITO SU TIRANTI.....	9
3.2 PROVE IN LABORATORIO SU TIRANTI.....	9
3.3 PROVE IN LABORATORIO SU CAMPIONI DI TUFO E MALTA	9
4. DOCUMENTI DI REGISTRAZIONE	10

Certificato Analisi sulle Malte

Diagrammi Carichi-Spostamenti Prove in Sito

Documentazione Fotografica

Premessa

La Società Costruzioni Generali G.S.V.M.D. di Barile (PZ), aggiudicataria dell'appalto per il restauro e risanamento conservativo dell'Ex Real Albergo dei Poveri sito in Napoli alla Piazza Carlo III°, ha incaricato la Tecno In S.r.l. di eseguire una serie di indagini strutturali all'interno del suddetto Complesso Monumentale.

Il manufatto si presenta fortemente dissestato. Infatti, gli eventi sismici del 1980 hanno prodotto il crollo di alcuni solai degli ultimi piani (ristrutturati in cemento armato) che, staccandosi dalle pareti perimetrali su cui poggiavano, hanno travolto le volte sottostanti ed alcuni muri portanti interni. Altre strutture (volte, solai a murature) si presentano fortemente sconnesse, parzialmente crollate ed interessate da ampi e diffusi quadri fessurativi. A questo deve aggiungersi il degrado subito dai materiali per effetto di avversi fattori ambientali.

Tali indagini, che precedono gli interventi di restauro e consolidamento delle strutture portanti dell'edificio, sono finalizzate alla conoscenza del comportamento al tiro di alcune differenti tipologie di barre al variare delle modalità di disposizione nella muratura e delle diverse miscele d'inghisaggio. Inoltre, per la caratterizzazione meccanica e chimica rispettivamente del tufo e della malta esistente, sono state eseguite prove di laboratorio su campioni prelevati in sito.

In accordo con il Progettista degli interventi strutturali, Prof. Ing. R. Sparacio ed i suoi coadiuvatori Ing. C. Sangiuliano ed Ing. M. Del Giudice, si sono stabiliti il tipo ed il numero di indagini da eseguire nonché la loro ubicazione.

La messa in opera delle strutture da provare è stata eseguita dalla Società Costruzioni Generali G.S.V.M.D. che ha provveduto a realizzare i fori nelle murature, a posizionarvi le barre e ad iniettare le miscele di riempimento.

In corso d'esecuzione delle prove a tiro, in funzione dei primi risultati ottenuti si è ritenuto opportuno incrementare le indagini su alcuni tipi di barre realizzando prove a trazione pura in laboratorio, nella sede di Pozzuoli della Tecno In.

1. Inquadramento storico e caratteristiche della struttura

Il Real Albergo dei Poveri fu voluto da Carlo III^o di Borbone quale pubblico luogo di ricovero e cura per i poveri e gli sbandati del Regno. Scopo del progetto era quello di riqualificare le fasce sociali meno abbienti sottraendole all'emarginazione ed offrendo loro una possibilità di riscatto mediante il lavoro.

L'insediamento fu progettato dall'architetto fiorentino Ferdinando Fuga e la sua realizzazione fu avviata nel 1751 per concludersi solo nei primi decenni dell'Ottocento.

La struttura si compone di un settore centrale e di due ali laterali in linea. La corte centrale è costituita dall'ingresso principale, dalla Chiesa e da locali destinati rispettivamente agli alloggi dei Ministri, alle infermerie e alle cucine. Le due corti laterali, perfettamente simmetriche rispetto al fronte principale, ospitavano le attività destinate alle donne (ala orientale) e quelle destinate agli uomini (ala occidentale). In realtà l'edificio presenta un'architettura incompleta in quanto mancante di altre due ali (previste dal progetto originario) e destinate rispettivamente ai bambini ed alle bambine.

Il corpo di fabbrica principale (prospiciente piazza Carlo III^o) conserva la sua altezza originaria, mentre le ali laterali ed il corpo di fabbrica posteriore, sono parzialmente realizzati sino al primo livello ed a tratti fino al secondo (fermo restando il piano interrato ed il piano terra comuni a tutti i fabbricati).

Gli schemi distributivi interni (percorrenze orizzontali e verticali) furono concepiti dal progettista in modo tale da assicurare una netta separazione tra le differenti classi di occupanti il palazzo evitandone così qualsiasi contatto fisico.

Il Complesso Monumentale, seppure di dimensioni ridotte rispetto a quelle previste dal progetto originario, si presenta imponente con i suoi 354 m. di lunghezza in facciata, 145 di larghezza, 50 di altezza e 750.000 di cubatura.

2. Indagini strutturali: metodologia degli interventi e loro finalità

La parte di struttura in cui si sono eseguite le prove è costituita da due dei quattro lotti di intervento programmati dalla Soprintendenza per i Beni Ambientali ed Archeologici, ed in particolare i lotti I e II individuati nell'ala occidentale del corpo di fabbrica prospiciente la piazza Carlo III^o.

Le barre sottoposte a studio sono di diverse tipologie ed in particolare, quelle provate hanno le seguenti caratteristiche:

- Nastri in composito 14x4 a 250.000 filamenti.
- Tondini in composito ϕ 5,5 mm a 100.000 filamenti.
- Tondini in acciaio inox ad aderenza migliorata ϕ 12 mm
- Nastri in vetroresina 28x4.

Scopo delle indagini è stato quello di stimare il comportamento dell'insieme malta-muratura-barra (al variare della modalità di disposizione in foro e della miscela di iniezione) e di verificare la resistenza a trazione delle barre in composito (in laboratorio), al fine di trarre elementi utili per la scelta dei criteri di progettazione degli interventi di consolidamento.

Si riportano di seguito brevi descrizioni delle modalità esecutive delle prove.

2.1 Prove in sito su tiranti

Come già esposto in precedenza, il posizionamento dei tiranti da provare è stato eseguito dall'Impresa Appaltatrice.

Nella fase preparatoria alla prova, la parte di barra fuoriuscente dalla muratura viene inserita in un pistone forato (contrastato alla muratura per mezzo di una piastra di ripartizione opportunamente forata per il passaggio del pistone stesso) e serrata mediante una speciale bussola conica (appositamente costruita in funzione del tipo di barra da esaminare) per poter eseguire il tiro.

Per la misura dello spostamento assiale della barra, alla sua estremità è posizionato un trasduttore elettromagnetico fissato mediante un'asta calamitata ad un ponteggio opportunamente distanziato dalla muratura di prova. Tale trasduttore, collegato ad una

centralina elettronica, ha permesso di eseguire letture in continuo, registrando su modulo centesimale l'andamento dello spostamento nel tempo.

Per poter eseguire le prove sulle barre in acciaio e quelle in vetroresina, si è reso necessario modificare le tecniche di contrasto del pistone ancorando la piastra di ripartizione al pavimento mediante cavi agganciati a tiranti (della lunghezza di m 1), inseriti in fori praticati nel calpestio e solidarizzati con resina a rapida presa. In caso contrario, infatti, a causa degli elevati valori di carico raggiunti in fase di tiro, i connettori piastra-parete avrebbero prodotto lo schiacciamento della muratura circostante.

Le attrezzature utilizzate per le prove sono le seguenti:

- pistone forato della RARIPRESS di sezione 17.8 cm^2 ;
- pompa oleodinamica manuale tipo ENERPARC;
- manometro 0-1000 bar, contrassegnato con la sigla D.I.S.C.O. 0610 marcato e sigillato con il n° 1163;
- centralina elettronica di registrazione grafica in tempo reale di un diagramma "spostamento/tempo" su modulo centesimale, contrassegnata con la sigla "GSA6" matricola n° 001;
- trasduttore lineare elettromagnetico a lettura continua, per la registrazione dello spostamento.

La strumentazione è stata regolarmente tarata presso il laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'Università Federico II di Napoli.

2.2 Prove in laboratorio su tiranti

In accordo col Progettista si è deciso di eseguire prove di laboratorio al fine di misurare la resistenza a trazione pura delle barre in composito. Queste, denominate ARAPREE (ARAmid PREstressed Element), sono degli elementi strutturali brevettati, composti da fibre aramidiche parallele, annegate in una matrice di resina epossidica o resina vinilestere.

Per poter eseguire la prova, vista la particolare struttura di questi tiranti e la loro scarsa resistenza a sollecitazioni trasversali all'andamento delle fibre, si è studiato un dispositivo che consente di ancorare le estremità della barra e di eseguire il tiro senza creare un serraggio, e quindi un'interferenza, che danneggerebbe la struttura delle fibre in corrispondenza dei vincoli.

L'attrezzatura utilizzata è costituita da due cilindri cavi d'acciaio disposti in linea e collegati rigidamente mediante due aste in acciaio per far sì che la barra si conservi perfettamente rettilinea durante il suo posizionamento. I cilindri sono chiusi all'estremità posteriore ed aperti anteriormente per l'inserimento della barra ed il collaggio della miscela di riempimento; le superfici interne sono scanalate per migliorarne l'aderenza.

Sono state sottoposte a prova:

- n. 1 nastro in composito 14x4 a 250.000 filamenti.
- n. 1 fondino in composito ϕ 5,5 mm a 100.000 filamenti.

Atteso il tempo di presa della resina di riempimento (del tipo EP-IN Kimia fornita e messa in opera dall'Impresa Appaltatrice), la prova è stata eseguita liberando i cilindri dalle aste di collegamento, ammorsandoli alla macchina di trazione a corsa verticale (marca Controls, mod. C902) ed applicando con continuità il carico.

7.2 Prove in laboratorio su campioni di tufo e malta

La caratterizzazione dei materiali costituenti le strutture portanti dell'edificio si è ottenuta con prove di tipo meccanico, che permettono di determinare le caratteristiche di deformabilità e di resistenza degli elementi lapidei, e con analisi chimiche per individuare la composizione delle malte.

Le prove di resistenza a compressione sono state eseguite su provini cubici di lato 7x7 ottenuti dal taglio di blocchi estratti dalle murature di alcuni corpi di fabbrica indicati dal Progettista. Le prove su detti cubetti sono state realizzate secondo quanto prescritto dal Regio Decreto del 1939, le modalità esecutive prevedono di portare a rottura una parte dei campioni in condizioni naturali, altri dopo imbibizione in acqua ed i rimanenti dopo essiccazione, per avere informazioni sul comportamento del materiale nelle varie condizioni.

L'analisi sulle malte, mirata alla determinazione della percentuale di sali solfatici, è stata eseguita secondo la Norma UNI EN 196/2. Scopo dell'indagine è quello di verificare la compatibilità chimica delle malte in sito con quelle che saranno utilizzate per gli interventi di consolidamento.

3. Ubicazioni e risultati

Si riporta in figura 1 uno schema con l'ubicazione delle varie indagini eseguite.

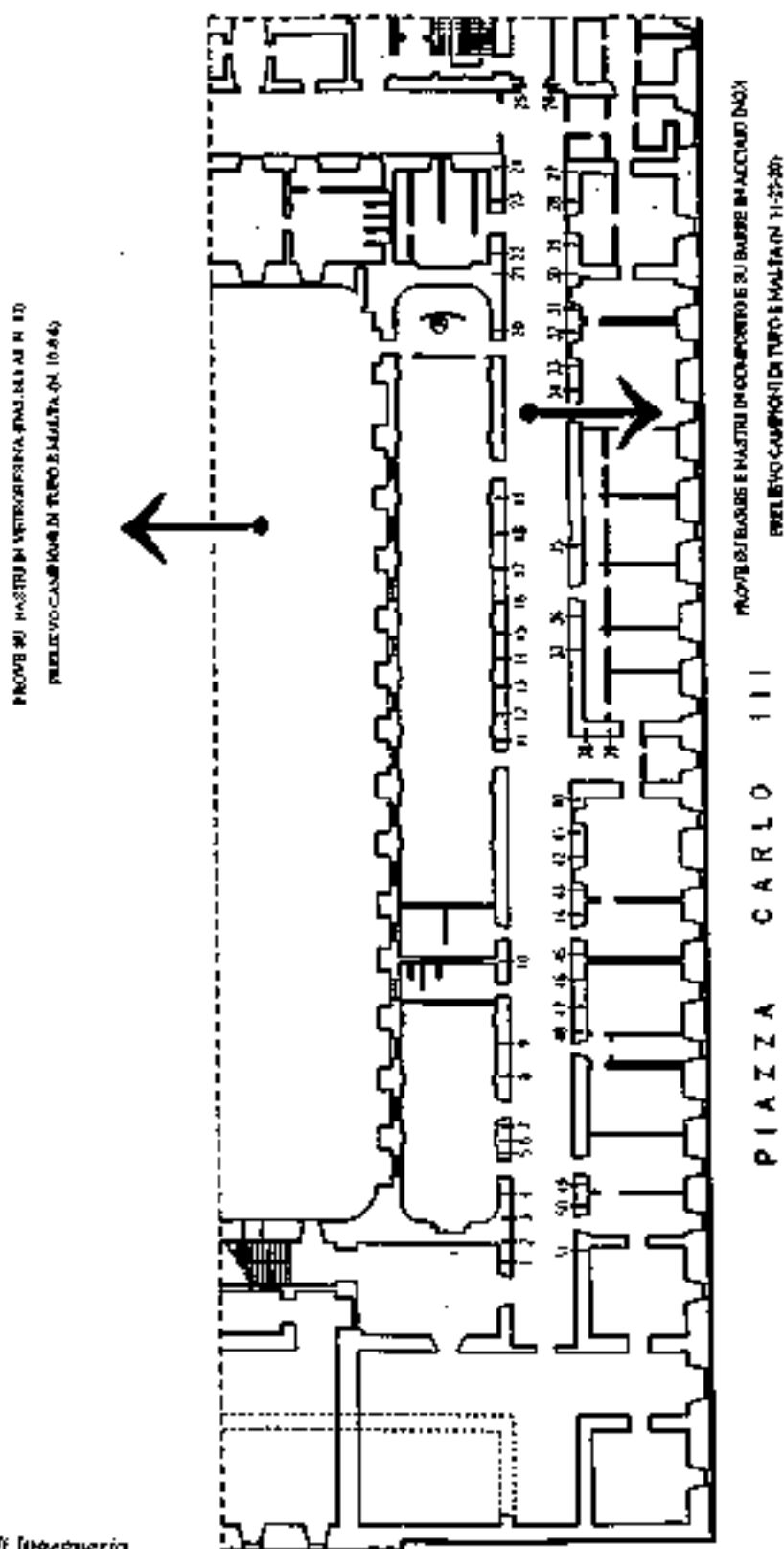


Fig. 1

3.1 Prove in sito su tiranti

Come indicato nel prospetto riassuntivo di seguito riportato, le barre sottoposte a prove sono di diverse tipologie e per ciascuna si è determinato il carico di crisi al variare delle miscele d'inghisaggio e della modalità di disposizione in foro.

A seconda delle caratteristiche della barra in prova, il carico è stato applicato con incrementi di 5, 10 o 20 bar. Di seguito sono riportate le schede con i diagrammi carichi-spostamenti per tutte le prove eseguite.

3.2 Prove in laboratorio su tiranti

Il carico di prova è stato applicato con incrementi di 100 N/s ed i risultati sono riportati nella successiva tabella.

Tipo di barra	Miscela d'inghisaggio	Lunghezza di ancoraggio	Carico di sfilamento (kg)
nastro in composito 14x4 a 250.000 fil.	EP-IN Kimia	50 cm a lato	4.000
tondino in composito ϕ 5,5 a 100.000 fil	EP-IN Kimia	50 cm a lato	1.600

Tab. 1

3.3 Prove in laboratorio su campioni di tufo e malta

Per quanto riguarda le prove sui campioni di tufo si rimandano i risultati a successivi allegati in quanto i tempi di esecuzione sono piuttosto lunghi. Per le analisi sulle malte, in tabella 2 sono sintetizzati gli esiti.

Sigla	Ubicazione	% Solfato (SO_2)
Campione 31	Presso foro n. 31 (barra in acciaio)	0,55
Campione 23	Presso foro n. 23 (barra in acciaio)	0,40
Campione 20	Presso foro n. 20 (barra in acciaio)	0,45
Campione 10	Presso foro n. 10 (barra in vetroresina)	0,65
Campione 8	Presso foro n. 8 (barra in vetroresina)	1,05
Campione 6	Presso foro n. 6 (barra in vetroresina)	0,5

Tab. 2

PROVE IN SITO SU TIRANTI - TABELLA RIASSUNTIVA RISULTATI

Caratteristiche della barra	N. Prova	Inclinazione del filo	Disposizione del filo	Materiale di inglobaggio	Carica di crisi (kg)	Note
Maschi in cemento 14x14 a 250.000 filamenti	1	20° orizz.	in asse	Emaco Resin I	2.993	Rottura barra per schiacciamento radiale
	2	20° orizz.	in asse	Emaco Resin I	5.559	Rottura barra per schiacciamento radiale
	3	20° orizz.	in asse	Emaco Resin I	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	4	20° orizz.	in asse	Cemento 425	3.848	Rottura barra per schiacciamento radiale
	5	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	6	20° orizz.	in orizz. (deviato)	Cemento 425	3.467	Rottura barra per schiacciamento radiale
	7	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.019	Rottura barra per schiacciamento radiale
	8	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.019	Rottura barra per schiacciamento radiale
	9	20° orizz.	in asse	Cemento 425	3.848	Rottura barra per schiacciamento radiale
	10	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.190	Rottura barra per schiacciamento radiale
	11	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	12	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	13	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	14	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	15	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	16	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	17	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	18	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.275	Rottura barra per schiacciamento radiale
	19	20° orizz.	in asse	Cemento 425	3.848	Rottura barra per schiacciamento radiale
	20	orizzontale	in asse	Cemento 425	4.703	Rottura barra per schiacciamento radiale
Barre in cemento 6 5,5 da 100.000 filamenti	21	orizzontale	in asse	Cemento 425	5.130	Rottura barra per schiacciamento radiale
	22	orizzontale	in asse	Cemento 425	3.710	Rottura barra per schiacciamento radiale
	23	orizzontale	in asse	Cemento 425	5.559	Rottura barra per schiacciamento radiale
	24	20° orizz.	in asse	Cemento 425	2.138	Rottura barra per schiacciamento radiale
	25	20° orizz.	in asse	Cemento 425	4.517	Rottura barra per schiacciamento radiale
	26	orizzontale	in asse	Cemento 425	4.788	Rottura barra per schiacciamento radiale
	27	orizzontale	in asse	Cemento 425		Rottura barra in fase di montaggio squadranti
	28	orizzontale	in asse	Cemento 425	2.565	Rottura barra per schiacciamento radiale
Barre in acciaio Inco 4 12	29	orizzontale	in asse	Cemento 425	2.138	Rottura barra in fase di montaggio strutturali
	30	20° orizz.	in asse	Cemento 425		Rottura barra per schiacciamento radiale
	31	20° orizz.	in asse	Cemento 425		Barra già rotta
	32	20° orizz.	in asse	Cemento 425	2.993	Rottura barra per schiacciamento radiale
	33	orizzontale	in asse	Cemento 425	1.783	Rottura barra per schiacciamento radiale
	34	orizzontale	in asse	Cemento 425		Barra già rotta
	35	20° vertic.	in asse	Stabilcon Mapei	11.543	Rottura barra
	36	20° vertic.	in asse	Stabilcon Mapei	8.550	Sfilamento barra
	37	20° vertic.	in asse	Stabilcon Mapei	8.550	Sfilamento barra
	38	20° vertic.	in asse	Stabilcon Mapei	9.405	Sfilamento barra
Maschi in vetroresina 20x14	39	20° vertic.	in asse	Sika Grou	10.260	Sfilamento barra
	40	20° vertic.	in asse	Sika Grou	11.115	Sfilamento barra
	41	20° vertic.	in asse	Sika Grou	8.550	Schiacciamento margine
	42	20° vertic.	in asse	Sika Grou	5.558	Schiacciamento margine
	43	20° vertic.	in asse	Betofix Kima	11.115	Rottura barra
	44	20° vertic.	in asse	Betofix Kima	11.115	La barra è solidificata in matassa di multistrada non che è più resistente di quella in tela. Per tale motivo la prova è proseguita fino allo innervamento della barra avvenuto ad 11.115 kg (è avvenuta rottura a 12.500 kg) senza avere sfilamento della stessa dalla matassa
	45	20° vertic.	in asse	Cemento 425	8.550	Rottura barra
	46	20° vertic.	in orizz. (deviato)	Cemento 424	3.450	Rottura barra per piegamento dovuto a filo deviato
	47	20° vertic.	in asse	Cemento 425	10.260	Sfilamento barra
	48	20° vertic.	in asse	Betofix Kima	11.115	Rottura barra
	49	20° vertic.	in asse	Betofix Kima	3.710	Immediato sfilamento della barra
	50	20° vertic.	in orizz. (deviato)	Betofix Kima	6.840	Rottura barra
Maschi in vetroresina 20x14	51	19° vertic.	in asse	Stabilcon Mapei	7.695	Rottura barra
	52	20° vertic.	in asse	Stabilcon Mapei	5.985	Sfilamento barra
	53	20° vertic.	in asse	Stabilcon Mapei	8.550	Sfilamento barra
	54	20° vertic.	in orizz. (deviato)	Sika Grou	7.695	Rottura barra
	55	20° vertic.	in asse	Sika Grou	9.405	Sfilamento barra
	56	20° vertic.	in asse	Sika Grou	3.450	Sfilamento barra
	57	20° vertic.	in asse	Sika Grou	3.450	Sfilamento barra

4. Documenti di registrazione

In allegato alla relazione tecnica si riportano i diagrammi originali di cantiere prodotti dalla centralina di registrazione dati nel corso delle prove.

La larghezza del modulo centesimale è suddivisa in 10 partizioni, suddivise a loro volta in 10 interlinee in modo che ogni interlinea è pari ad 1/100 della scala principale. I diagrammi s'interpretano nel seguente modo:

- il carico si legge relativamente al fondo scala utilizzato (funzione del carico massimo preventivamente stimato) che in questo caso è di 135 bar (11.500 kg);
- gli spostamenti si leggono relativamente al fondo scala utilizzato (funzione del valore massimo preventivamente stimato) che è di 15 mm;
- i tempi si leggono in una scala funzione della velocità di scorrimento del modulo centesimale che in questo caso è di 1 cm/min.

Certificato Analisi sulle Malte

TECNO IN s.r.l. - SERVIZI DI INGEGNERIA
LABORATORIO PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE E STRUTTURE
 AUTORIZZATO CON DECRETO MINISTERO LL.PP. n° 40228 del 27/04/95
 Via Adriano Olivetti, 1 - 80078 Pozzuoli (NA) - Tel. 081/5255138-39 - fax 081/5255141
 P.Iva 0594617630 - C.C.I.A.A. Napoli 1847 - Reg. Impr. 0275/86 - Cap. Soc. L. 99.000.000

Napoli, 12 marzo 1999

CERTIFICATO ANALISI CHIMICHE SU CAMPIONI DI MALTA
DETERMINAZIONE PERCENTUALE SOLFATI (UNI EN 196/2)

- **Committente:** COSTRUZIONI GENERALI G.S.V.M.D.
- **Provenienza campioni:** COMPLESSO MONUMENTALE "EX REAL ALBERGO DEI
 POVERI - NAPOLI.

N° prelievo	Contrassegno	Posizione in opera	Data prova	Solfati come SO3 %
1	Campione 31	Presso foro n° 31 (barra in acciaio)	08/03/99	0.55
2	Campione 23	Presso foro n° 23 (barra in acciaio)	08/03/99	0.40
3	Campione 20	Presso foro n° 20 (barra in acciaio)	08/03/99	0.45
4	Campione 10	Presso foro n° 10 (barra in vetroresina)	08/03/99	0.65
5	Campione 8	Presso foro n° 8 (barra in vetroresina)	08/03/99	1.05
6	Campione 6	Presso foro n° 6 (barra in vetroresina)	08/03/99	0.50

E' vietata la copia non autorizzata della certificazione e la sua riproduzione, senza approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.

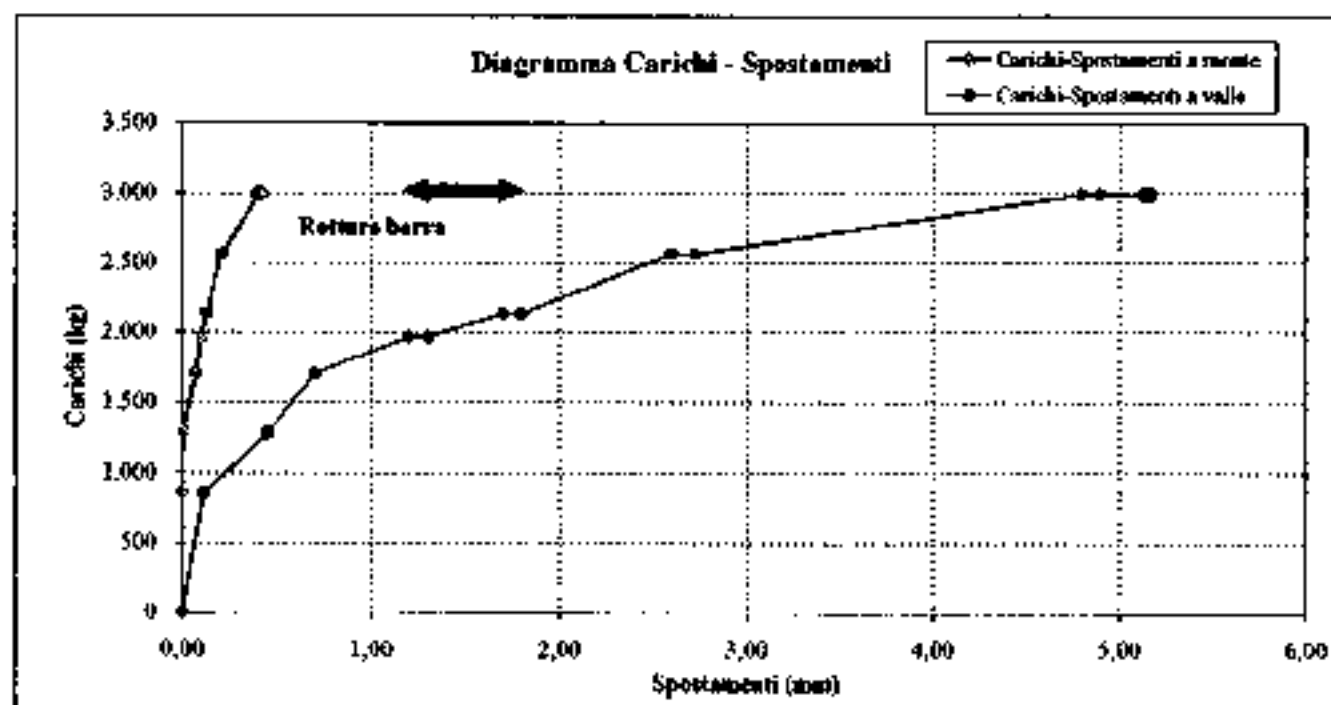


Per. Ind.
Rossi Ciro

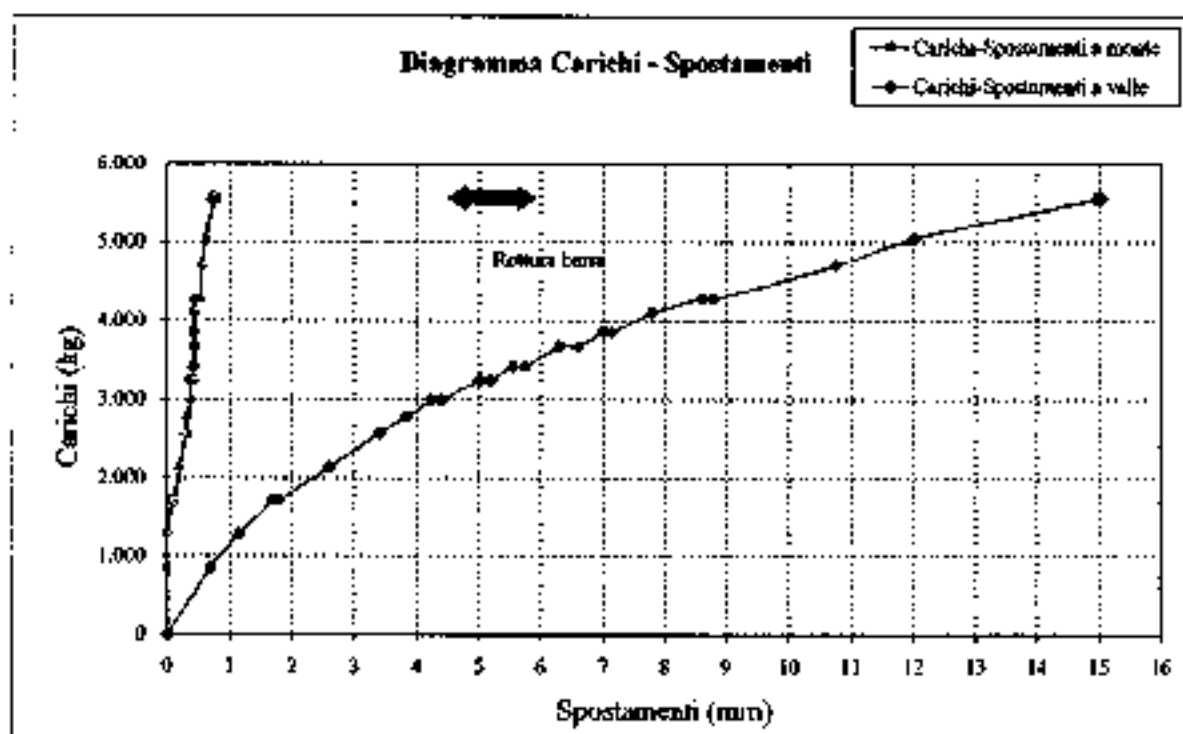


Diagrammi Carichi-Spostamenti Prove in Sito

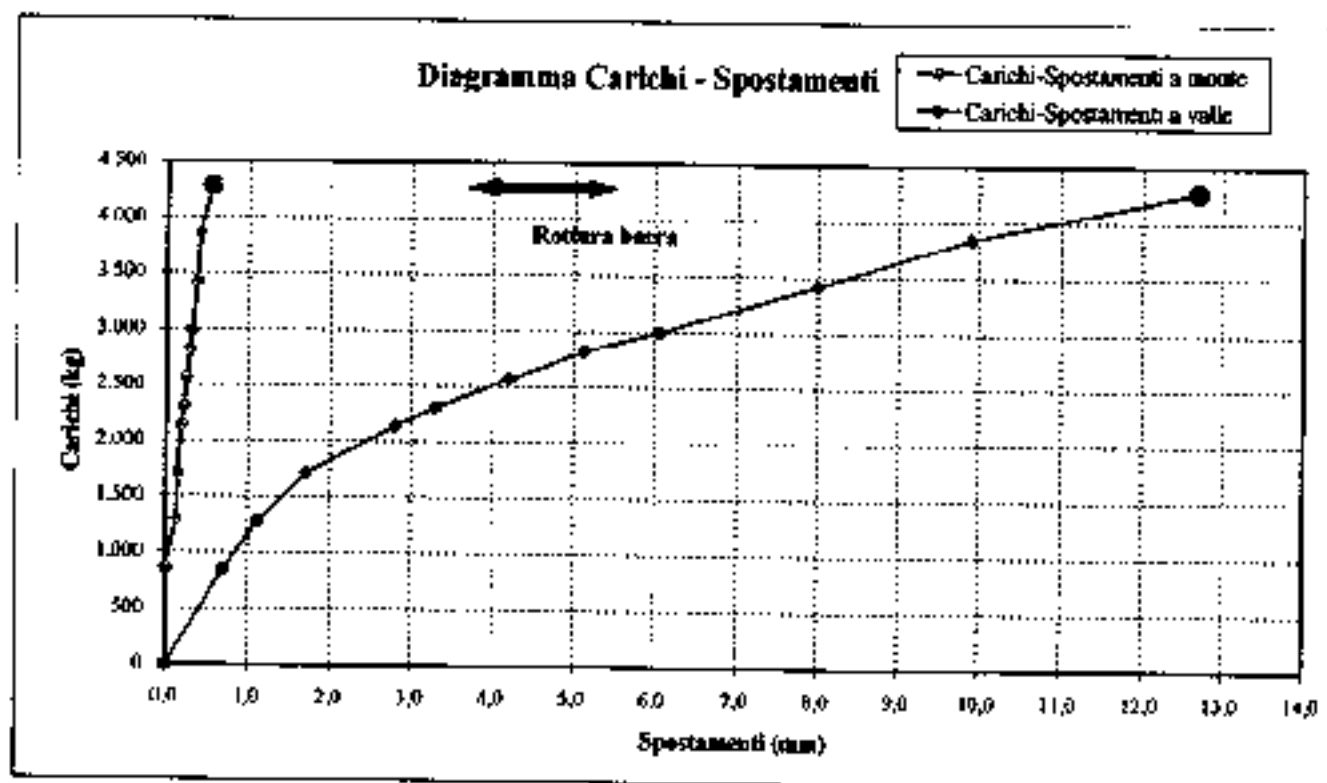
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della prova				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inchiostro	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Matteo in cemento 14x14 a 250000 Silenzi	Epoxy Resin I	20° orizzontale, in asse all'barra	I	0	0	0	0	0,00	0,00	9,90
				10	855	7	7	0,00	0,11	10,00
				15	1.283	12	19	0,01	0,45	9,90
				20	1.710	15	34	0,07	0,70	9,70
				23	1.967	8	42	0,10	1,20	9,60
				23	1.967	20	62	0,10	1,30	9,70
				25	2.138	9	71	0,12	1,70	9,70
				25	2.138	24	93	0,13	1,80	10,00
				30	2.565	3	98	0,20	2,60	10,10
				30	2.565	11	109	0,21	2,73	10,20
				35	2.993	5	114	0,40	4,30	10,30
				35	2.993	8	116	0,40	4,90	10,30
				35	2.993	9	125	0,41	5,15	10,30



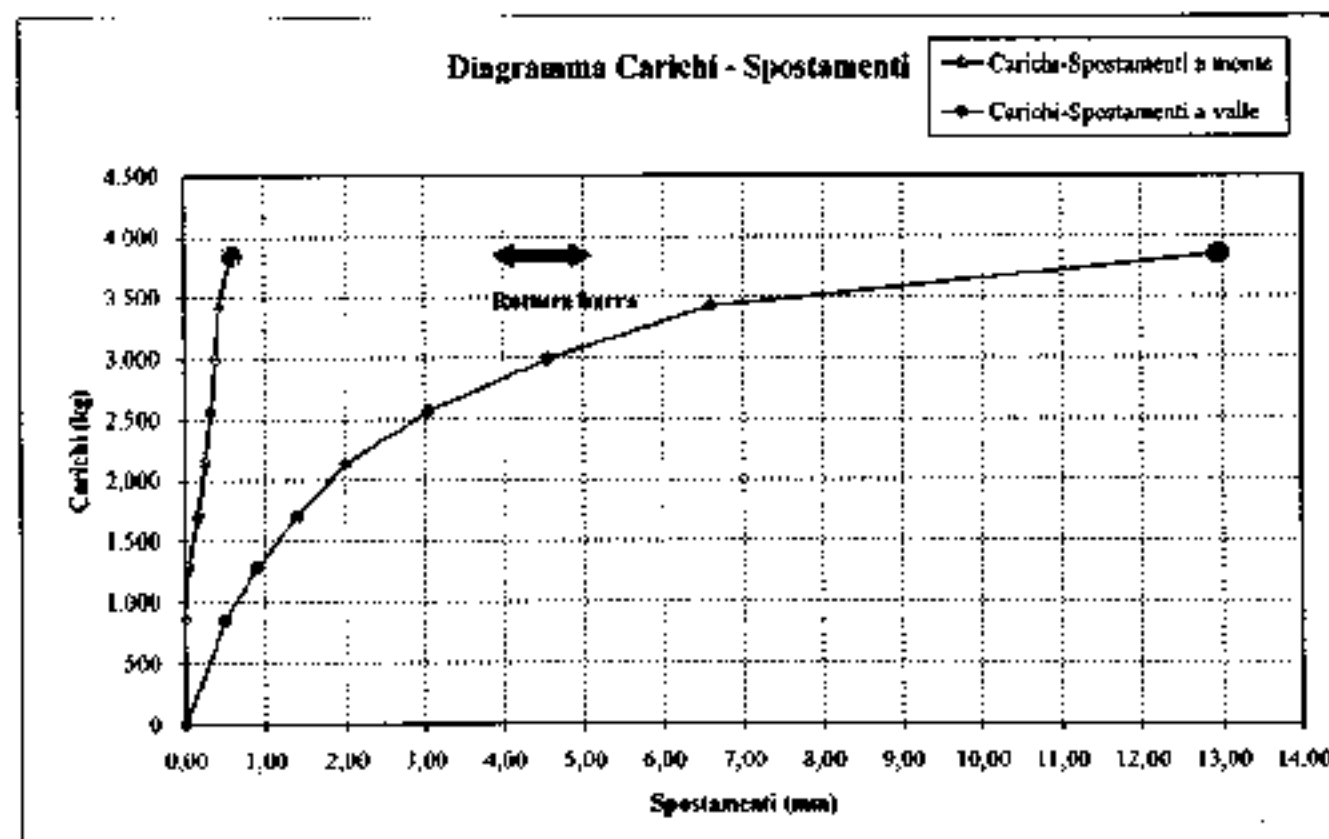
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di Inghisaccia	Disposizione tra	H foro			per	to			
Nastro in cinghie Idra a 250000 (Bauer)	Bianco (vetro a	38° orizzontale	2	0	0	0	0	0,00	0,00	
				10	855	7	7	0,00	0,70	
				15	1283	10	17	0,00	1,13	
				20	1710	14	31	0,10	1,70	
				20	1710	12	43	0,11	1,78	
				20	1710	9	52	0,12	1,80	
				25	2138	6	49	0,20	2,68	
				25	2138	8	57	0,20	2,62	
				30	2565	8	65	0,29	3,40	
				30	2565	12	77	0,31	3,40	
				32,5	2779	10	87	0,32	3,83	
				35	2993	4	91	0,36	4,25	
				35	2993	5	96	0,36	4,40	
				38	3249	11	107	0,38	5,00	
				38	3249	10	117	0,40	5,20	
				40	3420	9	126	0,40	5,53	
				40	3420	4	130	0,41	5,75	
				43	3677	7	137	0,42	6,30	
				43	3677	5	142	0,42	6,60	
				45	3848	9	151	0,42	7,00	
				45	3848	4	155	0,42	7,13	
				48	4104	3	158	0,42	7,80	
				50	4275	6	164	0,43	8,60	
				50	4275	9	173	0,52	8,80	
				55	4703	10	183	0,53	10,75	
				59	5045	5	188	0,63	12,00	
				65	5558	3	191	0,73	15,00	



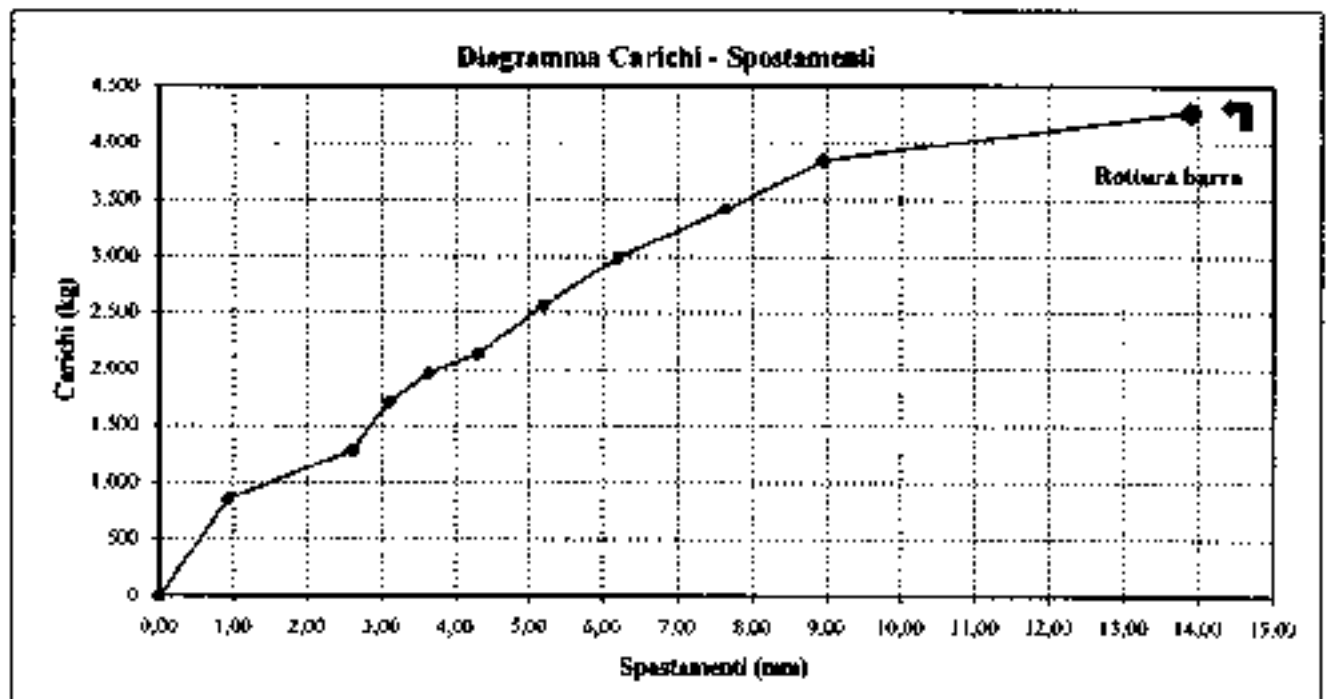
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della bocca				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	N. lotti			parz.	tot.			
Nastro in c.a. (4x4 a 25000 filamenti)	Emaco Resto 1	20° antiestatico, in asse alla bocca	3	0	0	0	0	0,00	0,00	8,00
				10	855	9	9	0,00	0,70	8,30
				15	1.283	7	16	0,32	1,12	8,80
				20	1.710	10	26	0,15	1,71	8,90
				25	2.138	8	34	0,19	2,80	9,00
				27	2.309	9	43	0,22	3,50	9,30
				30	2.565	6	49	0,25	4,20	9,40
				31	2.822	6	55	0,29	5,13	9,70
				35	2.993	9	64	0,31	6,05	9,90
				40	3.420	4	68	0,36	8,00	10,50
				45	3.848	6	74	0,41	9,90	10,60
				50	4.174	2	76	0,55	12,70	10,50



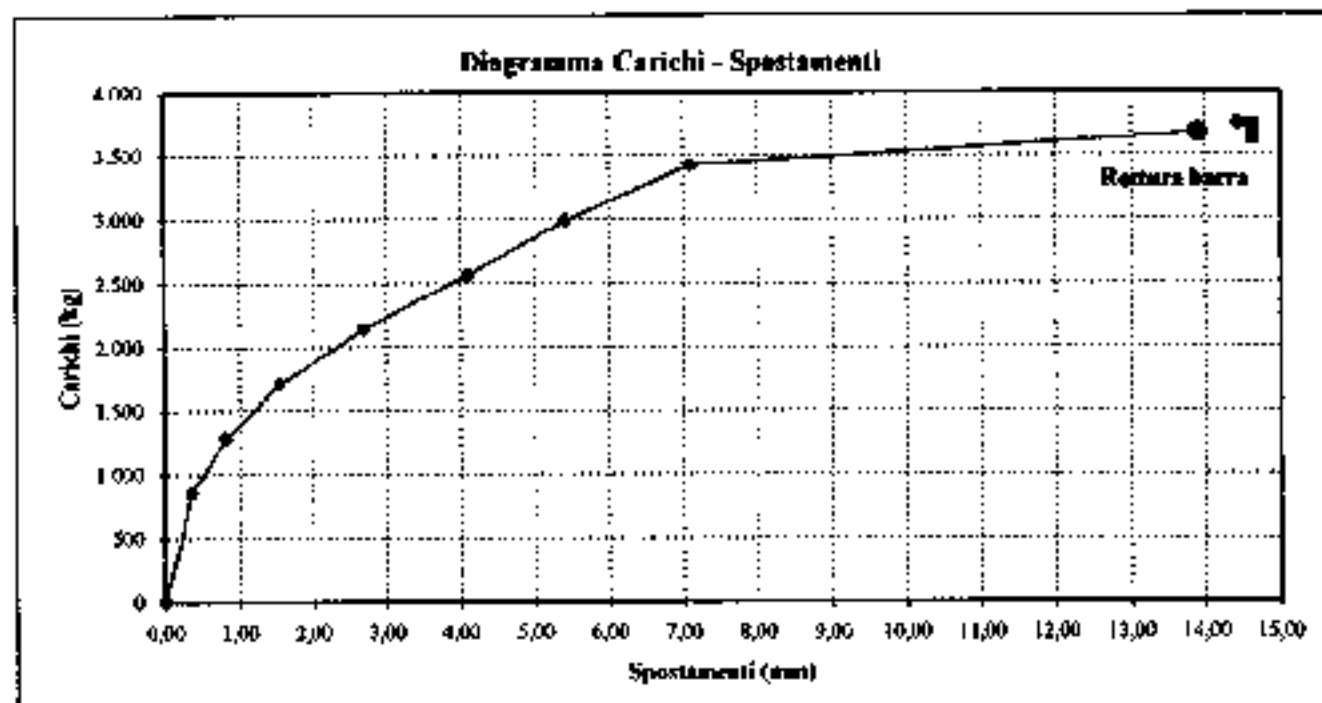
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inaghiaggio	Disposizione filo	N. filo			parz.	tot.			
Nastro in acciaio L42 250000 filamenti	Cemento 425	2° orizzontale, in asse alla barra	4	0	0	0	0	0,00	0,00	11,2
				10	833	6	6	0,00	0,50	11,3
				15	1.250	6	12	0,05	0,90	11,4
				20	1.710	6	18	0,16	1,40	11,4
				25	2.138	9	27	0,25	2,00	11,3
				30	2.565	12	39	0,32	3,05	11,3
				35	2.993	12	51	0,38	4,56	11,3
				40	3.420	12	63	0,43	6,60	11,3
				45	3.848	5	68	0,59	12,95	11,2



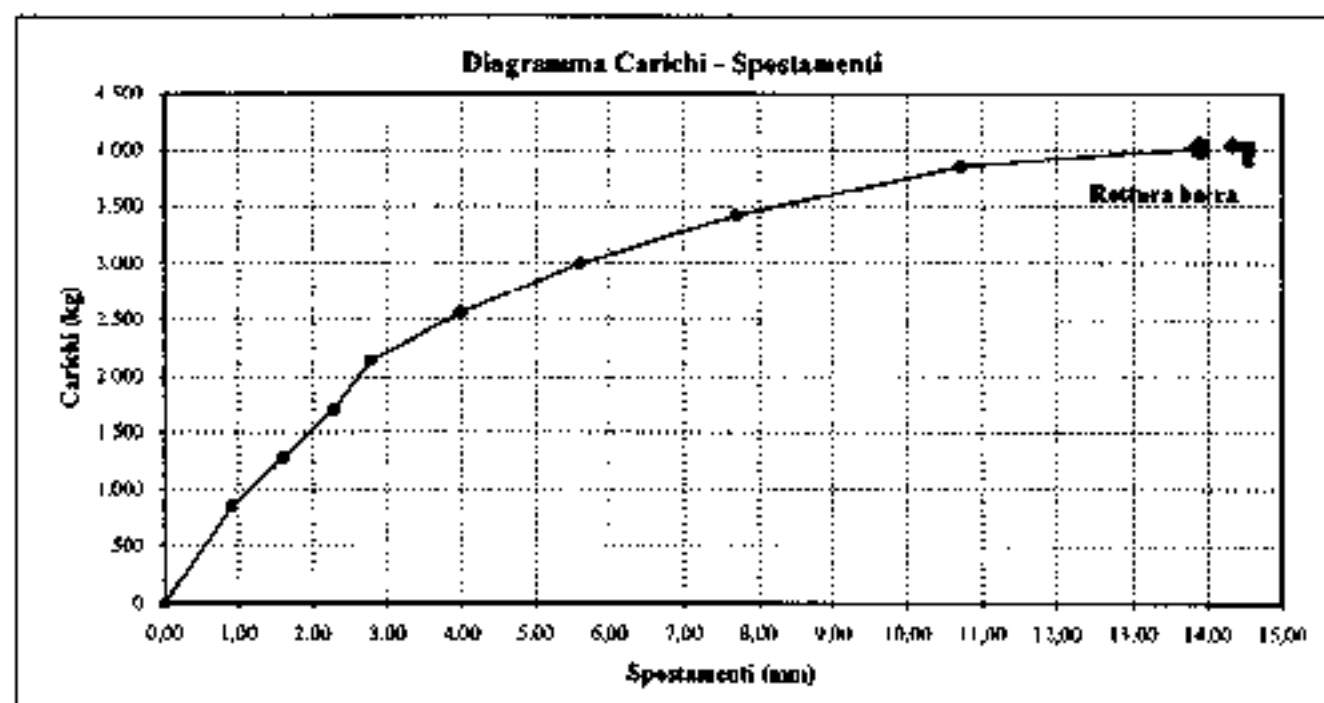
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inchiostro	Disposizione filo	N. filo			parz.	tot.			
Nastro in composito 14x6 250000 (filamenti)	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alle barre	5	0	0	0	0		0,00	10,0
				10	835	6	6		0,93	10,0
				15	1.283	6	12		2,60	10,1
				20	1.710	6	18		3,10	10,1
				23	1.967	6	24		3,65	10,3
				25	2.138	8	32		4,30	10,4
				30	2.565	5	37		5,20	10,5
				35	2.993	6	43		6,20	10,4
				40	3.420	7	50		7,65	10,4
				45	3.848	6	56		8,96	10,3
				50	4.275	1	57		13,90	10,3



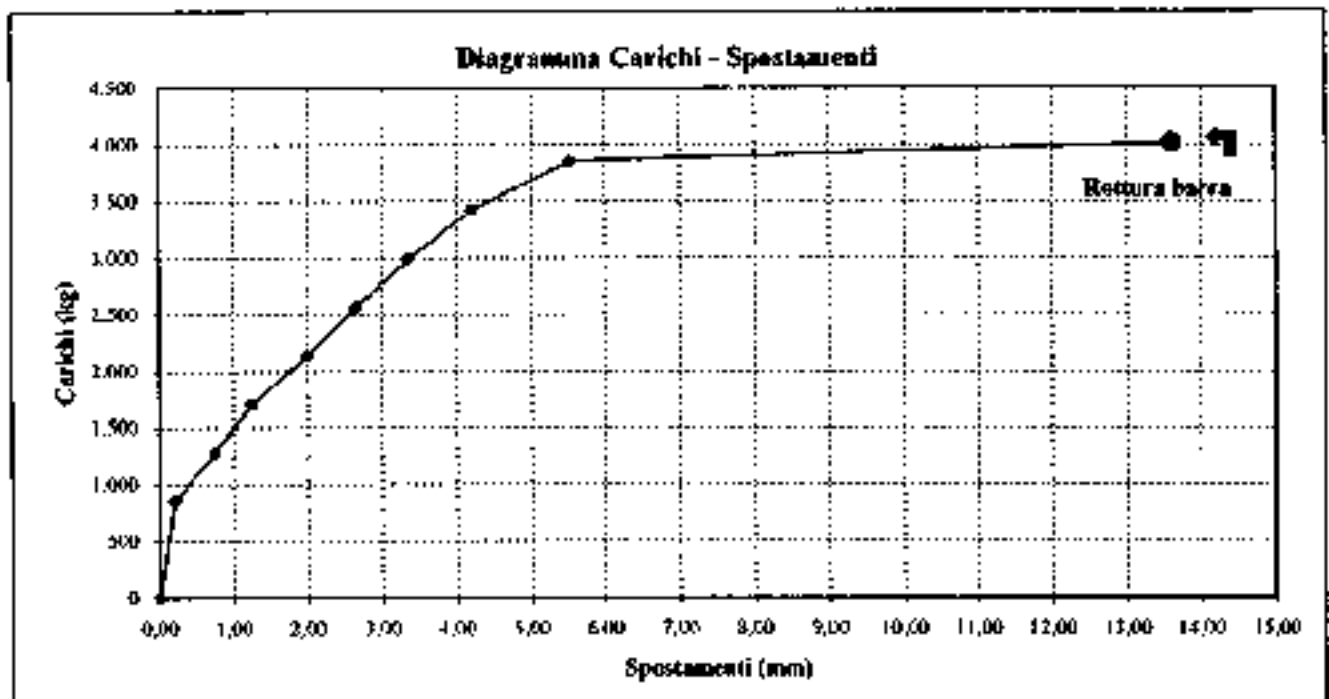
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione lato	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in cemento L44 15000 filamenti	Cemento 425	barra a 28° orizzontale, tiro in orizzontale	6	0	0	0	0		0,00	10,2
				10	855	8	8		0,35	10,9
				15	1.283	8	16		0,82	10,9
				20	1.710	8	24		1,55	10,8
				25	2.138	6	30		2,69	10,7
				30	2.565	8	38		4,10	10,8
				35	2.993	10	48		5,42	11,0
				40	3.420	9	57		7,10	11,1
				43	3.677	1	58		13,90	11,0



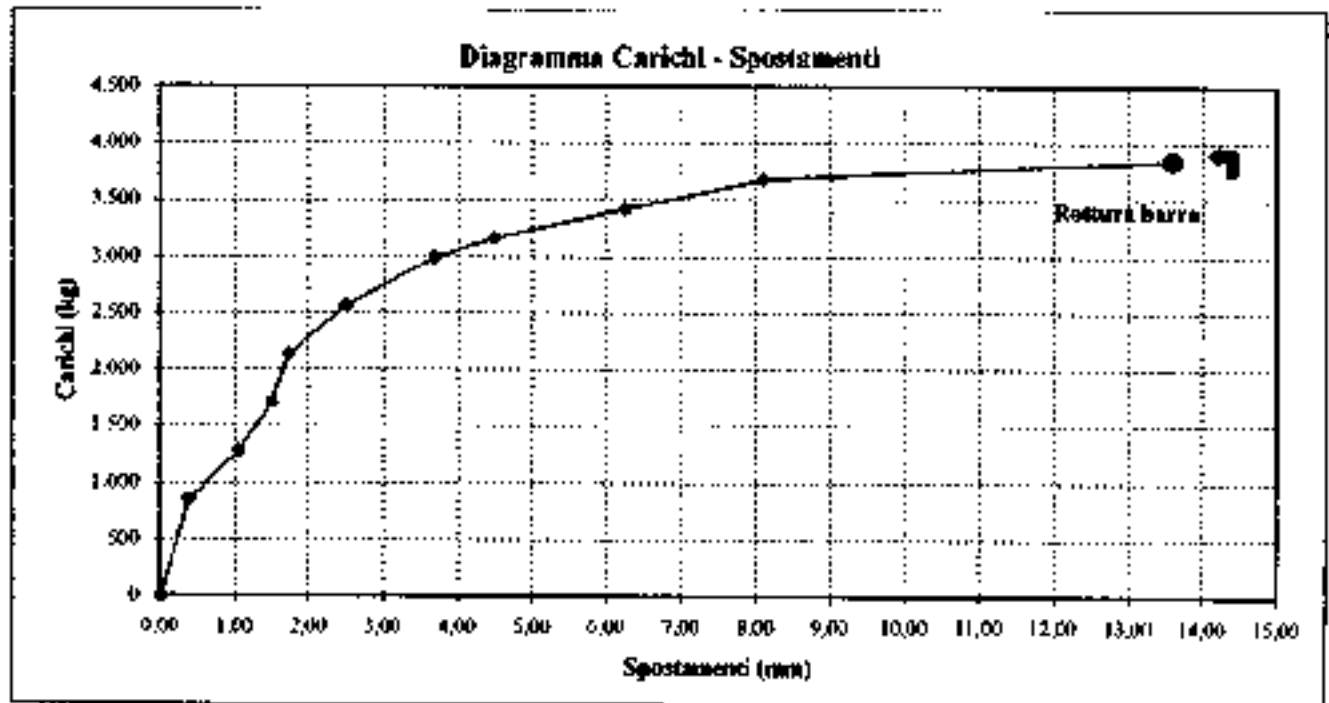
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della prova				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a innesci (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione filo	N. foro			parz	tot			
Nastri in cassetto test 25000 filamenti	Cemento 425	20° ortogonale, in asse alla barra	7	0	0	0	0		0,00	10,1
				10	835	6	6		0,90	10,4
				15	1.283	5	11		1,60	10,4
				20	1.710	6	17		2,28	10,5
				25	2.138	9	26		2,78	10,7
				30	2.565	7	33		4,00	10,8
				35	2.993	7	40		5,60	10,9
				40	3.420	6	46		7,70	10,8
				45	3.848	9	55		10,71	10,9
				47	4.019	1	56		13,90	10,9



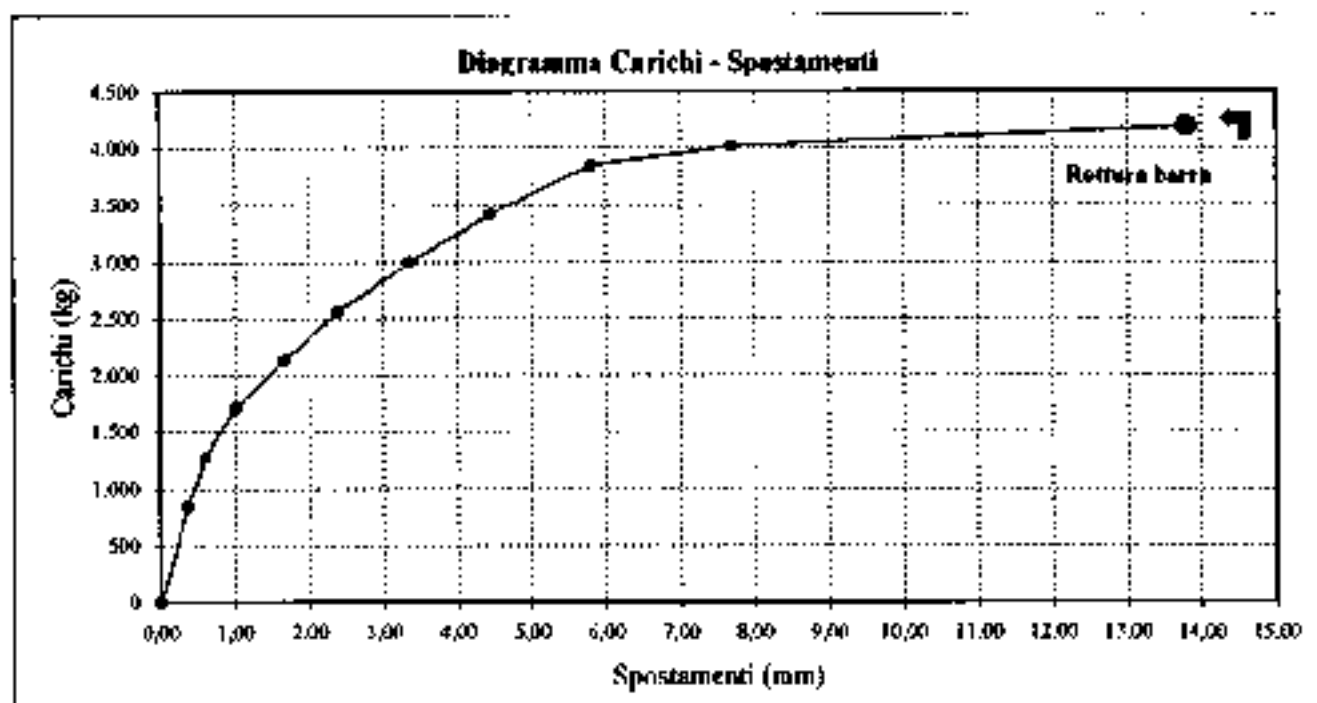
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperature (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione filo	N. filo			parz.	tot.			
Nastro in campidoglio 14x4 250004 Tiramenti	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alla barra	8	0	0	0	0		0,00	8,2
				10	853	5	5		0,20	8,2
				15	1.283	6	11		0,75	8,1
				20	1.710	6	17		1,25	8,2
				25	2.138	6	23		2,00	8,3
				30	2.565	9	32		2,65	8,4
				35	2.993	8	40		3,36	8,5
				40	3.420	6	46		4,20	8,6
				45	3.848	8	54		5,52	8,7
				47	4.019	2	56		13,60	8,8



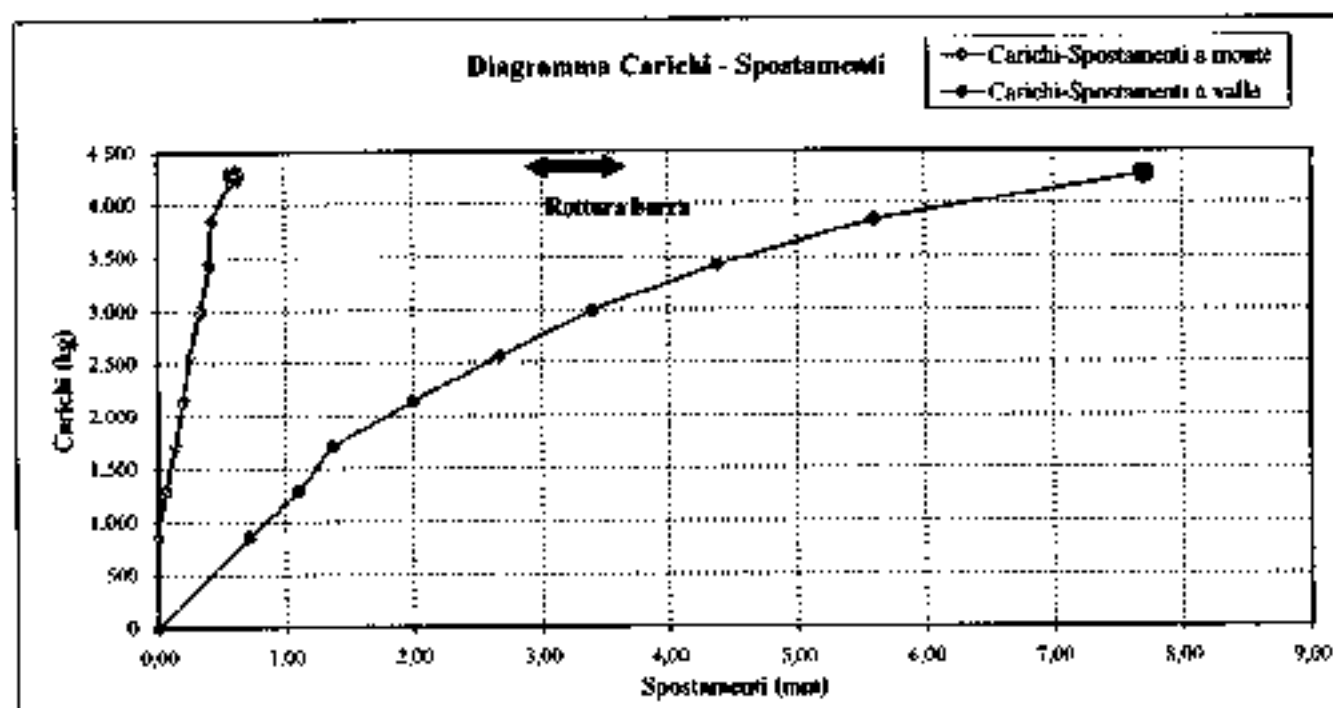
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Masella di inghisaggio	Disposizione tipo	N. foro			par.	tot.			
Nastro in composito Ispol 150000 filareali	Cemento 415	30° orizzontale, in asse alla barra	9	0	0	0	0		0,00	6,9
				10	855	3	3		0,38	7,0
				15	1.283	5	8		1,06	7,0
				20	1.710	6	14		1,50	7,4
				25	2.138	10	24		1,72	7,3
				30	2.565	8	32		2,50	7,4
				35	2.993	6	38		3,70	7,5
				37	3.164	9	47		4,50	7,5
				40	3.420	12	59		6,26	7,6
				43	3.677	9	68		8,10	7,7
				45	3.848	1	69		13,00	7,7



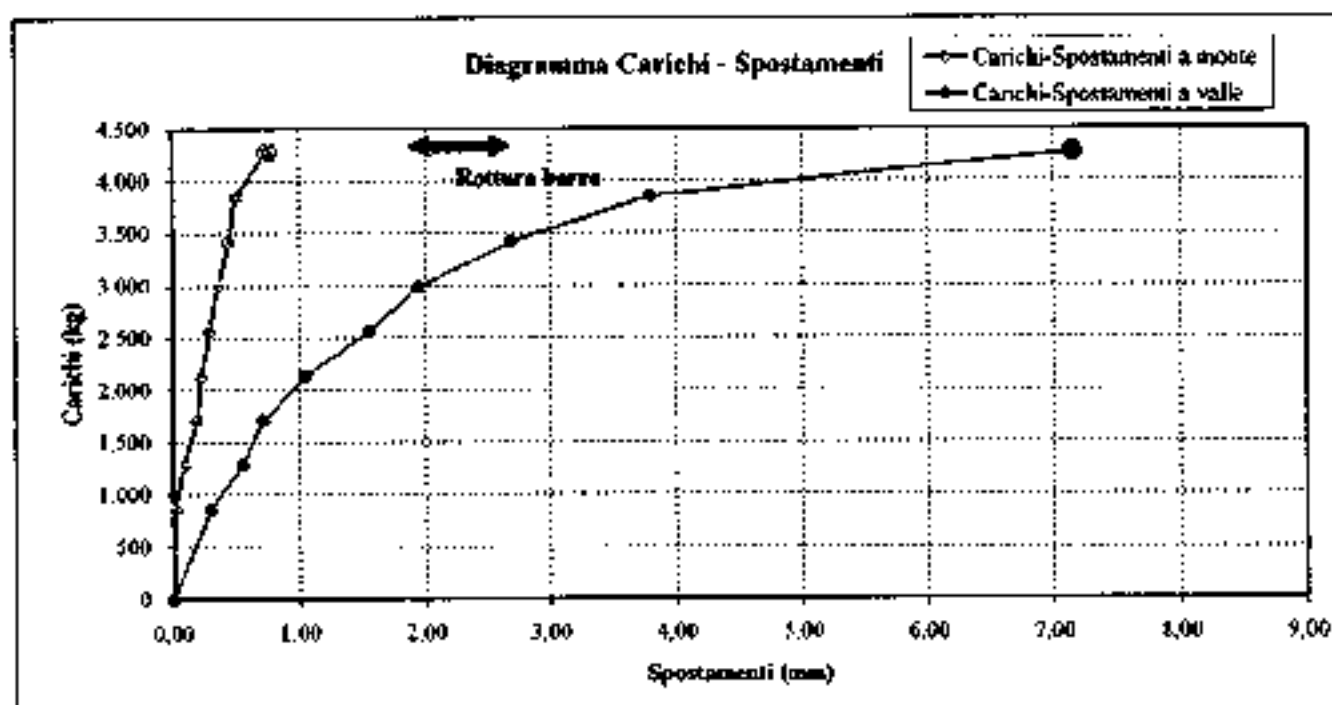
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di impiego	Disposizione tiro	N. tiro			parz.	tot.			
Nastro in cemento 14x15 fibbetati	Cemento 42,5	210° orizzontale, in asse alla barra	10	0	0	0	0		0,00	11,0
				10	855	6	6		0,17	11,0
				15	1.243	6	12		0,60	11,0
				30	1.710	7	19		1,00	11,1
				25	2.138	7	26		1,67	11,1
				30	2.565	7	33		2,40	11,0
				35	2.993	9	42		3,35	11,0
				40	3.420	9	51		4,45	10,8
				45	3.848	6	57		5,90	10,7
				47	4.019	20	77		7,70	10,7
				49	4.190	1	78		13,80	10,8



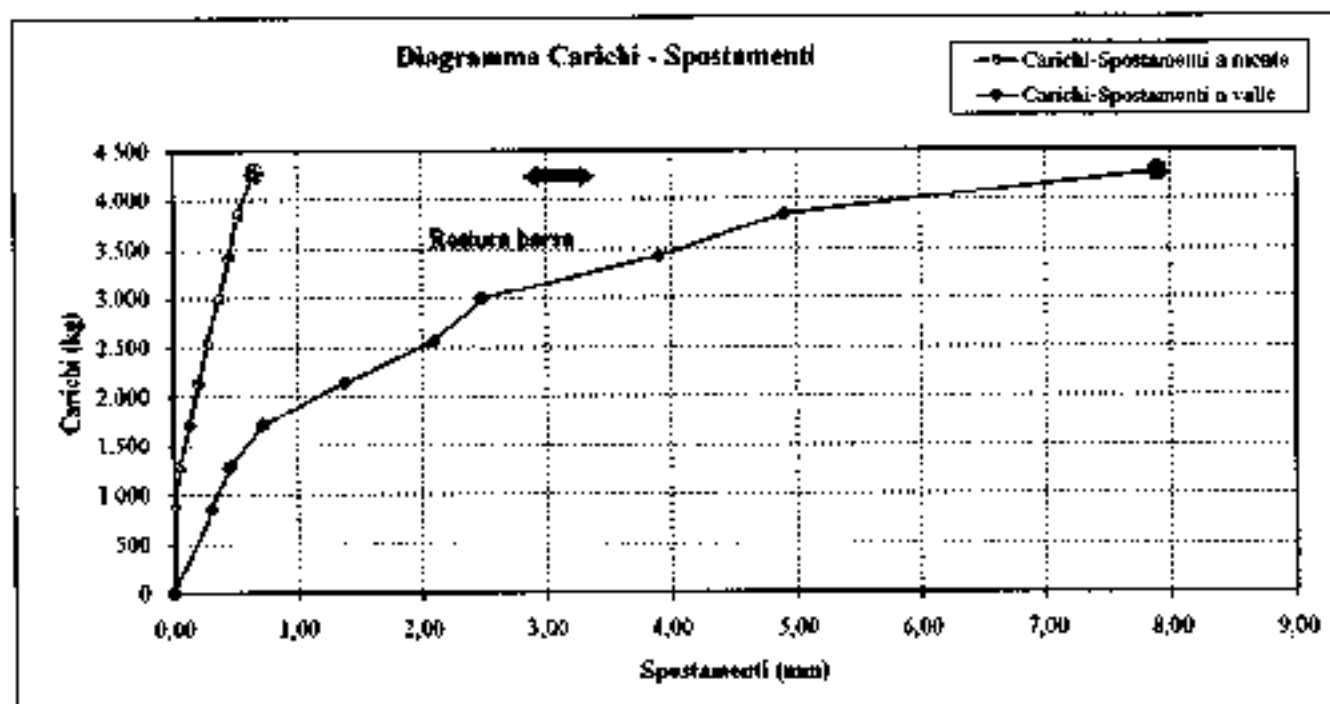
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione filo	N. fili			parz.	tot.			
Nastro in cemento 14x4 250/600 filamenti	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alla barra	14	0	0	0	0	0,00	0,00	10,5
				10	853	4	4	0,00	0,71	11,5
				15	1.283	8	12	0,06	1,10	11,3
				20	1.710	6	18	0,13	1,37	11,6
				25	2.138	7	25	0,19	2,00	11,5
				30	2.565	9	34	0,25	2,67	11,6
				35	2.993	14	48	0,31	3,40	1,7
				40	3.420	9	57	0,40	4,38	11,5
				45	3.848	3	60	0,45	5,60	11,7
				50	4.275	1	61	0,60	7,70	11,60



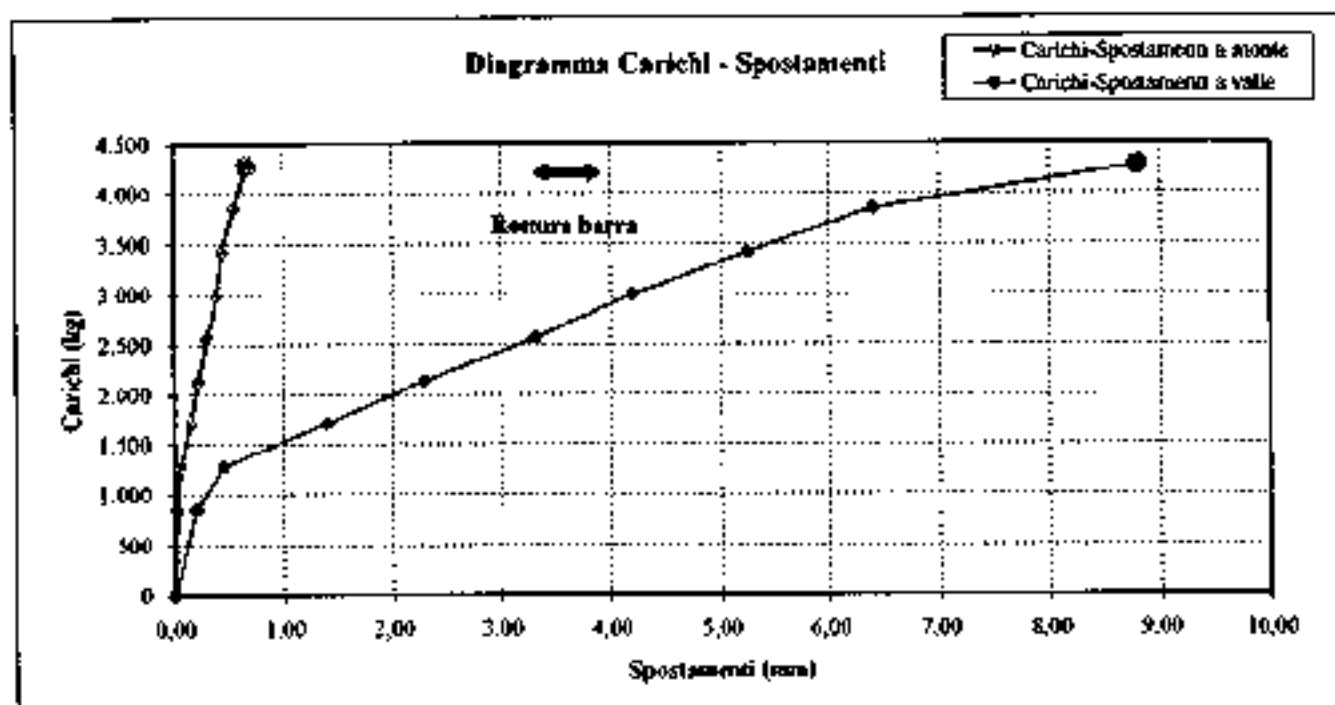
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di malta/aggregato	Disposizione filo	N. filo			parz.	tot.			
Nastro in cemento 14x4 250000 filamenti	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alla barra	14	0	0	0	0	0,00	0,00	8,8
				10	855	9	9	0,02	0,30	9,1
				15	1.223	6	15	0,09	0,55	9,2
				20	1.710	9	24	0,19	0,72	9,1
				25	2.138	8	32	0,23	1,05	9,3
				30	2.565	6	38	0,29	1,55	9,4
				35	2.993	9	47	0,36	1,95	9,4
				40	3.420	7	54	0,43	2,70	9,5
				45	3.848	3	57	0,51	3,80	9,6
				50	4.275	3	60	0,75	7,15	9,7



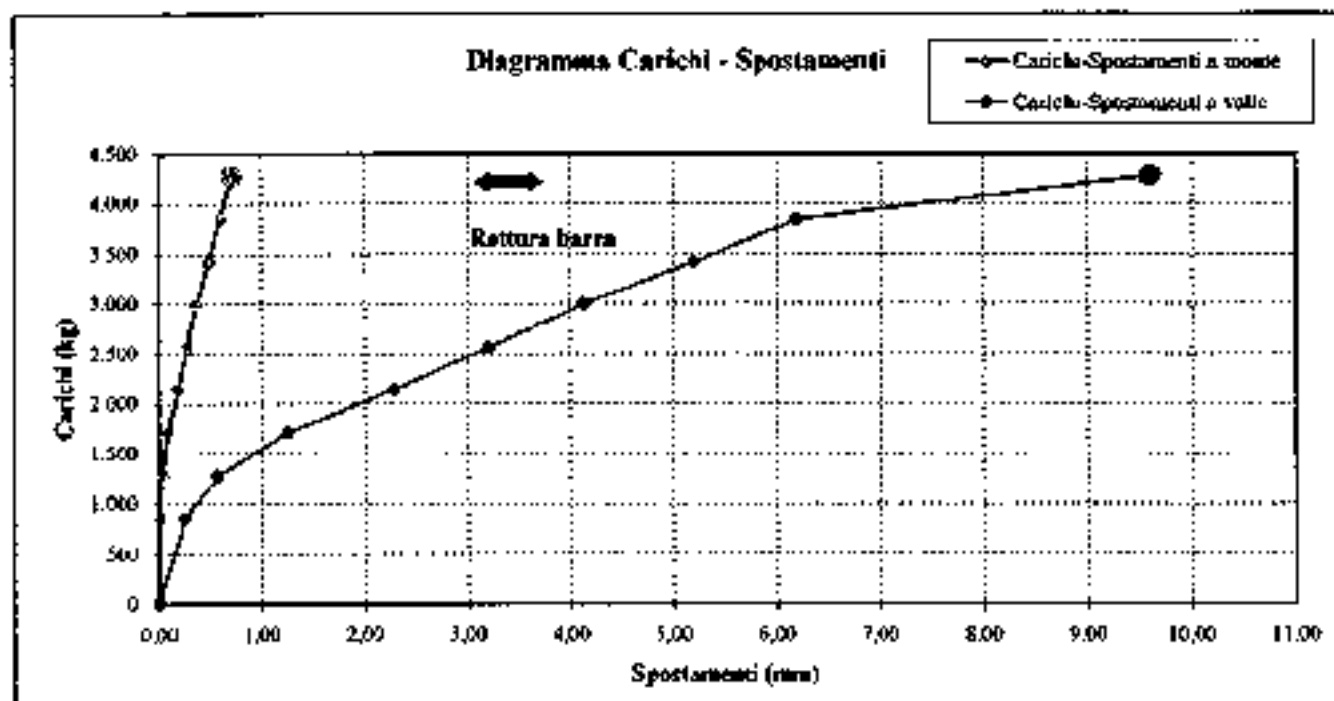
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della bomba				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a tirante (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di iniezione	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in composito 16x125/6000 (Nastro)	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alla barra	14	0	0	0	0	0,00	0,00	9,7
				10	853	9	9	0,01	0,31	9,7
				15	1.283	6	15	0,05	0,45	9,6
				20	1.710	8	23	0,13	0,72	10,1
				25	2.138	9	32	0,20	1,38	9,8
				30	2.565	14	46	0,28	2,10	9,8
				35	2.993	7	53	0,37	2,49	9,9
				40	3.420	6	59	0,45	3,90	10,7
				45	3.848	8	67	0,52	4,90	9,9
				50	4.275	1	68	0,66	7,90	9,9



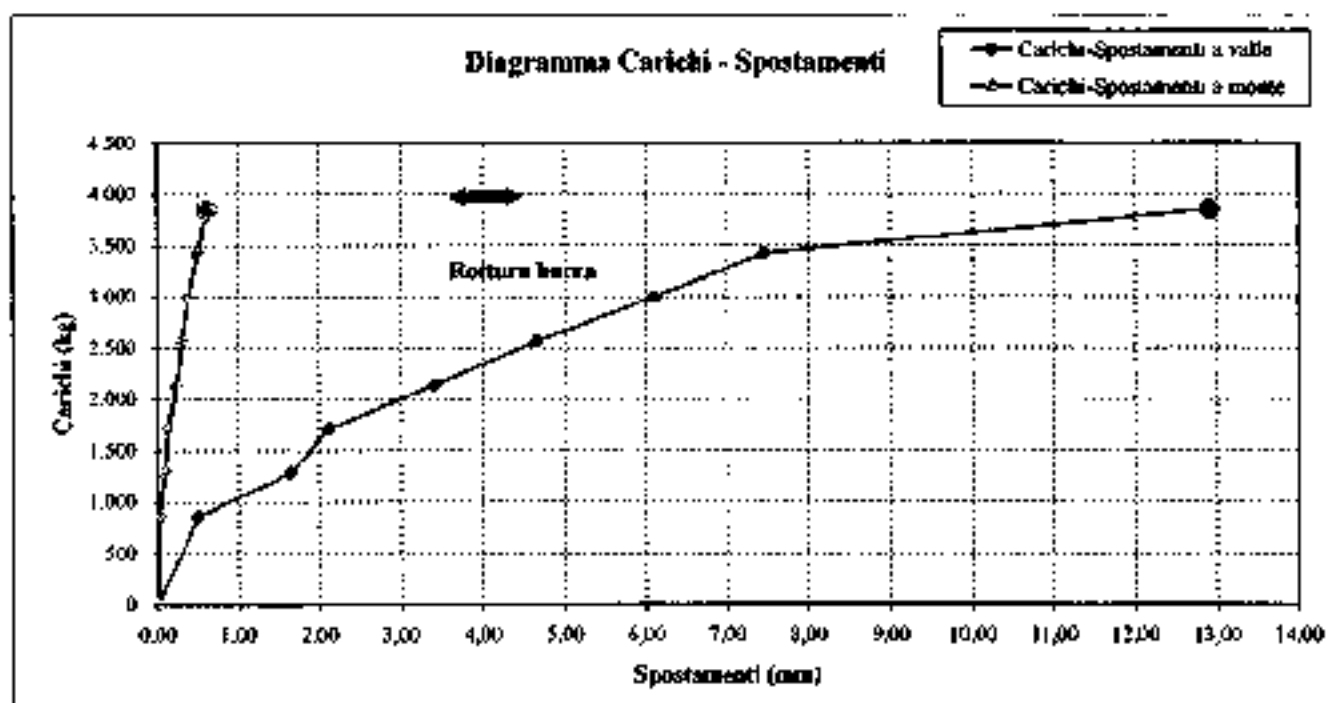
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di impiego	Disposizione tiro	N. tiro			parz.	tot.			
Nastro in cemento (dal 250000 fissamenti)	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alla barra	1)	0	0	0	0	0,00	0,00	10,7
				10	855	6	6	0,02	0,20	10,6
				15	1.283	6	12	0,06	0,45	10,7
				20	1.710	8	20	0,15	1,40	10,7
				25	2.138	8	28	0,22	2,30	10,3
				30	2.565	8	36	0,30	3,32	10,4
				35	2.993	8	44	0,39	4,20	10,3
				40	3.420	8	52	0,44	5,25	10,7
				45	3.848	6	58	0,55	6,40	10,5
				50	4.275	1	59	0,67	8,20	10,6



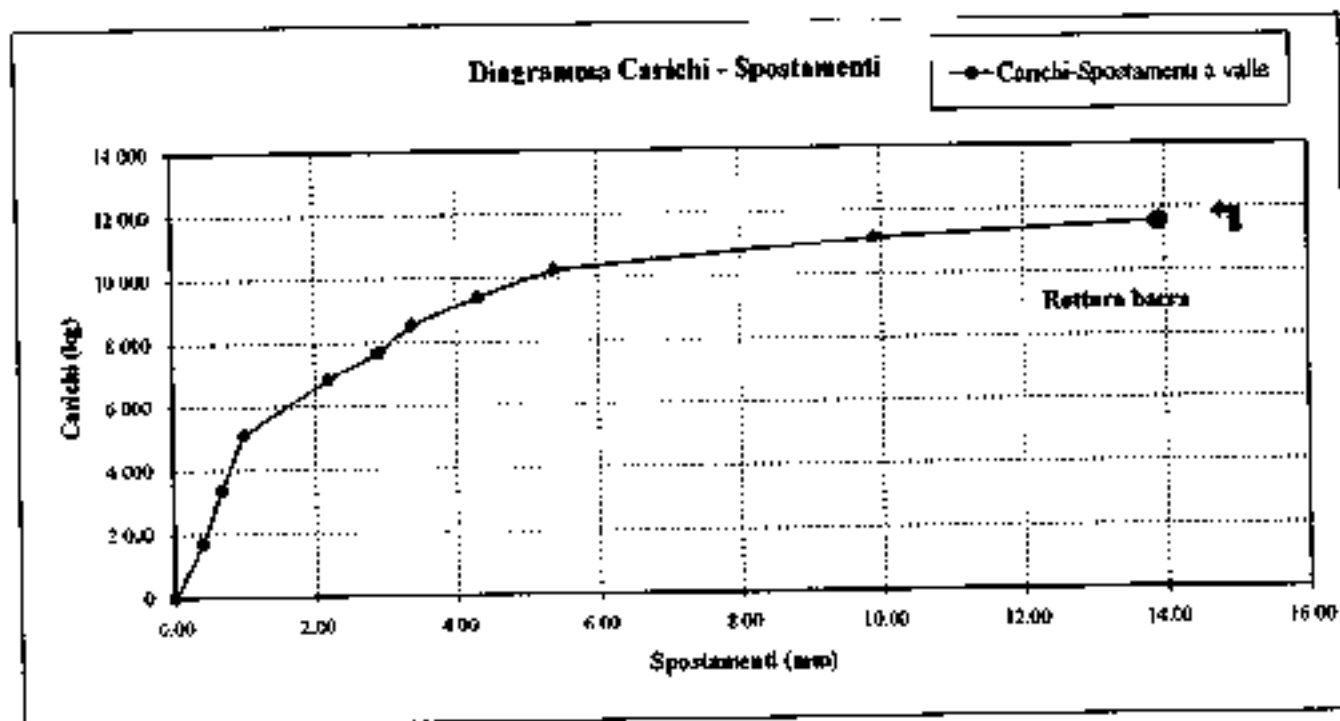
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di legante/aggregato	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Mastro in composito 14x4 350000 fibreglass	Cemento 425	20° orizzontale, in sede alla barra	13	0	0	0	0	0,00	0,00	10,4
				10	853	6	6	0,01	0,25	10,3
				15	1.283	7	13	0,03	0,57	10,6
				20	1.710	7	20	0,09	1,25	10,6
				25	2.138	7	27	0,18	2,28	10,7
				30	2.565	7	34	0,27	3,20	10,6
				35	2.993	12	46	0,37	4,13	10,9
				40	3.420	8	54	0,48	5,20	10,8
				45	3.848	12	66	0,60	6,20	10,7
				50	4.275	1	67	0,71	9,60	10,8



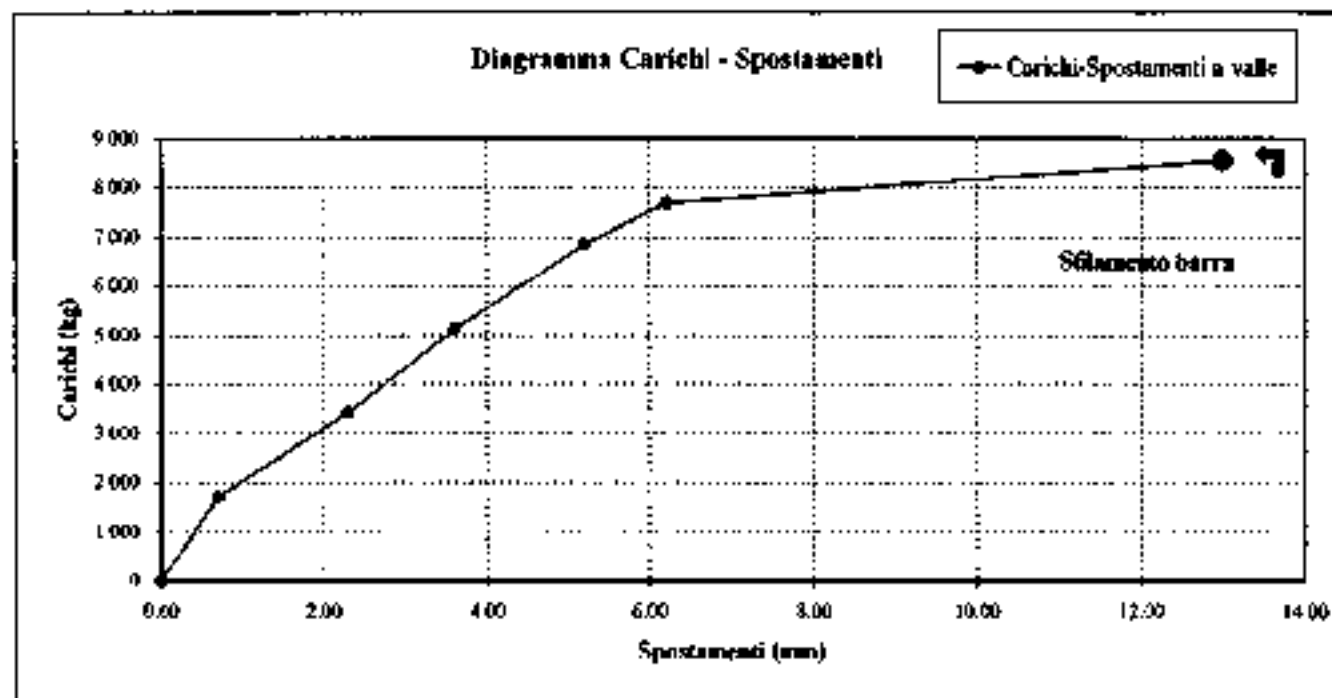
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamenti a monte (mm)	Spostamenti a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tipo	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in composito 1434 250000 filamenti	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alla barra	19	0	0	0	0	0,00	0,00	11,1
				10	855	6	6	0,03	0,50	11,0
				15	1.283	6	12	0,09	1,65	11,0
				20	1.710	7	19	0,14	2,12	11,1
				25	2.138	8	27	0,23	3,40	11,0
				30	2.565	12	39	0,30	4,67	11,2
				35	2.993	7	46	0,38	6,10	11,2
				40	3.420	4	50	0,50	7,45	11,1
				45	3.848	1	51	0,61	12,90	11,1



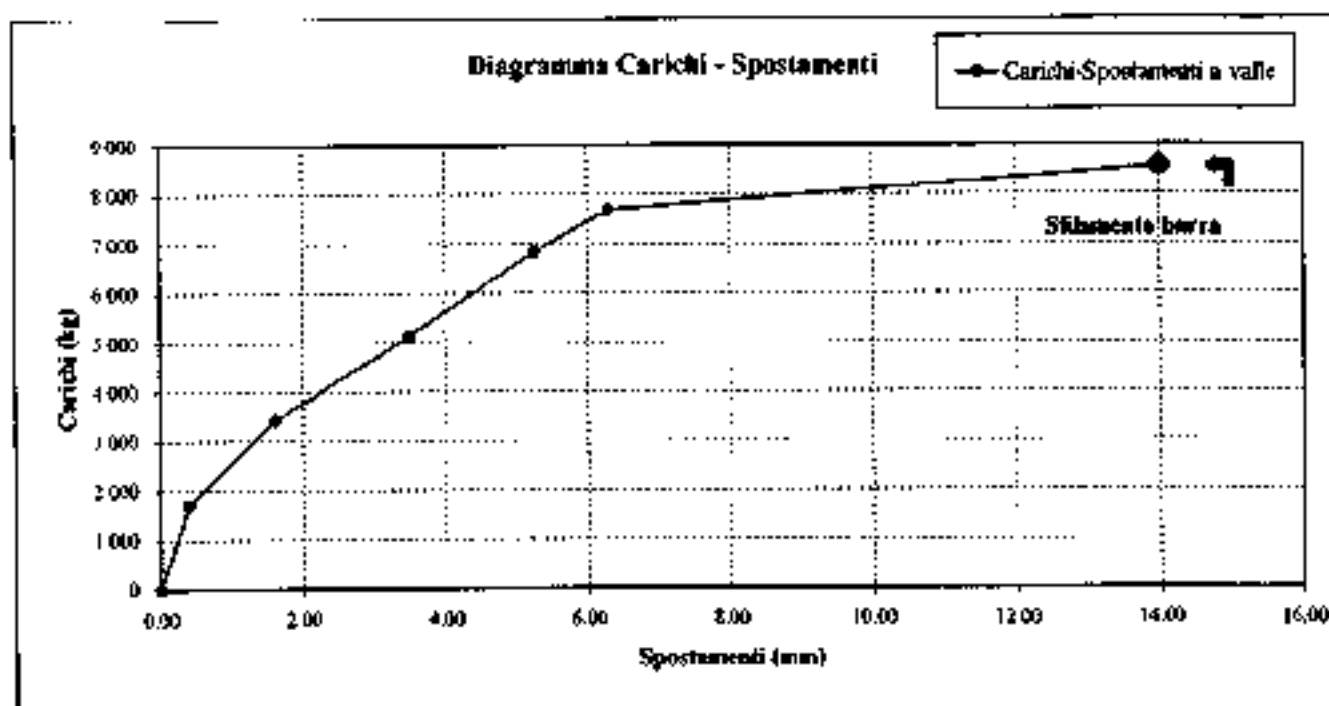
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inchiostro	Disposizione tiro	N. filo			par2	tot			
Barra in acciaio inox 6 12 inglobata in muratura di tufo	Staldercom Mapei	20° verticale, in asse alla barra	20	0	0	0	0		0.00	8.8
				20	1.710	4	4		0.40	8.8
				40	3.420	5	9		0.67	8.7
				60	5.130	6	15		1.00	9.0
				80	6.840	8	23		2.19	9.1
				90	7.695	7	30		2.90	9.3
				100	8.550	5	35		3.38	9.3
				110	9.405	4	39		4.32	9.3
				120	10.260	6	45		5.40	9.4
				130	11.115	2	47		9.90	9.4
				135	11.543	1	48		13.90	9.3



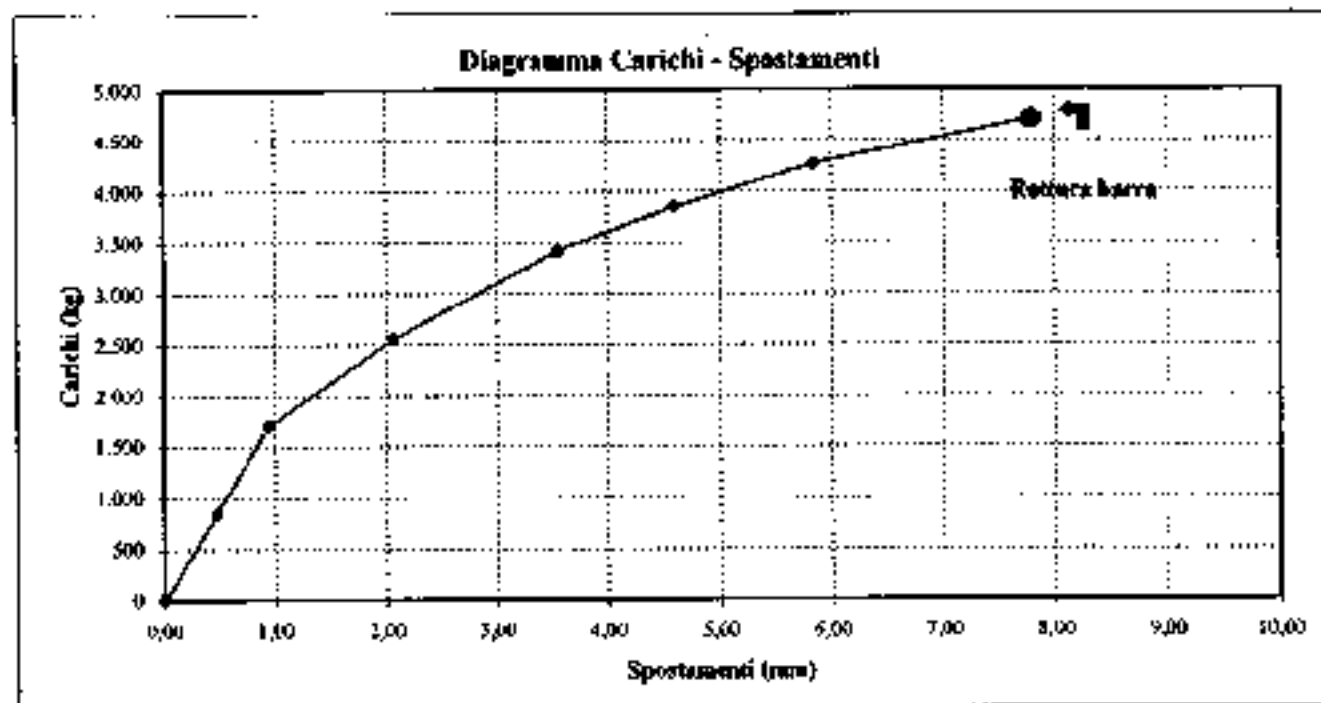
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscola di inglobaggio	Disposizione	N. foro			parz	tot			
Barra in acciaio inox ϕ 12 inglobata in muratura di mattoni	Stabiliscan Mapes	20° verticale, in asse alla barra	21	0	0	0	0		0.00	9.6
				20	1.710	4	4		0.71	9.5
				40	3.420	6	10		2.30	9.6
				60	5.130	6	16		3.60	9.6
				80	6.840	7	23		5.20	9.5
				90	7.695	4	27		6.20	9.5
				100	8.550	1	28		13.00	9.5



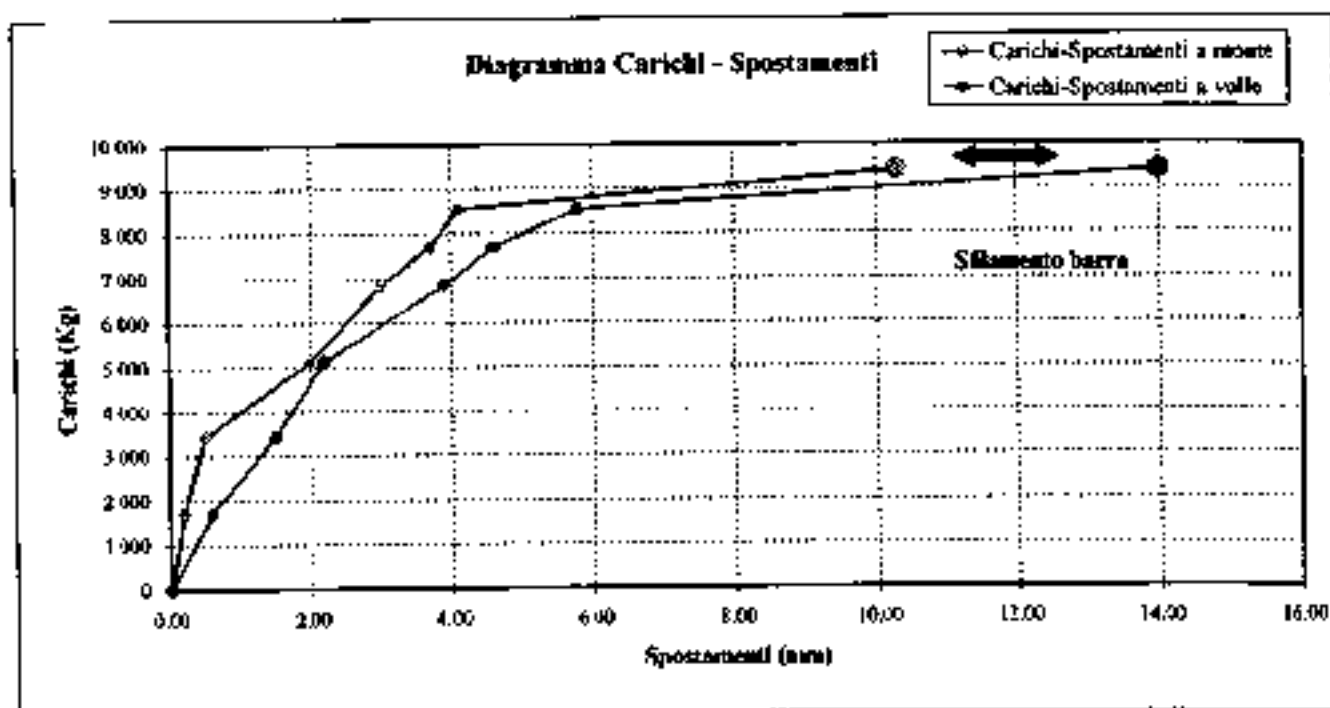
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Barra in acciaio inox ϕ 12 inglobata in muratura di tufo	Stabilcon Mapei	20° verticale, in asse alla barra	22	0	0		0		0,00	8,8
				20	1 716		0		0,39	8,7
				40	3 420		0		1,60	8,8
				60	5 130		0		3,50	8,7
				80	6 840		0		5,25	8,9
				90	7 695		0		6,30	8,9
				100	8 550		0		14,00	8,8



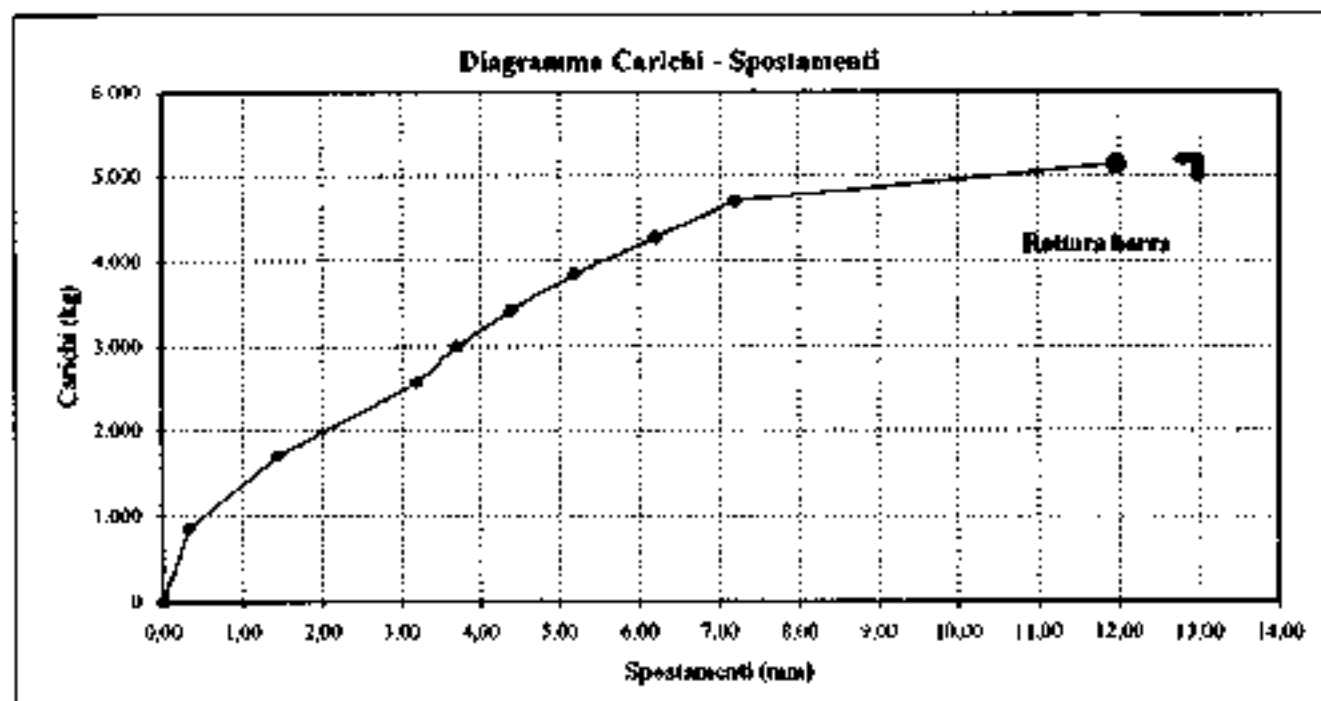
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di impiego	Disposizione tiro	N. foro			part.	tot.			
Nastro in cemento 14x4 250/000 filamenti	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	24	0	0	0	0		0,00	10,0
				10	855	3	3		0,43	9,8
				20	1.710	3	6		0,95	9,9
				30	2.565	2	8		2,67	9,9
				40	3.420	2	10		3,55	10,0
				45	3.843	3	13		4,60	9,9
				50	4.275	3	16		5,85	9,8
				55	4.703	1	17		7,80	9,9



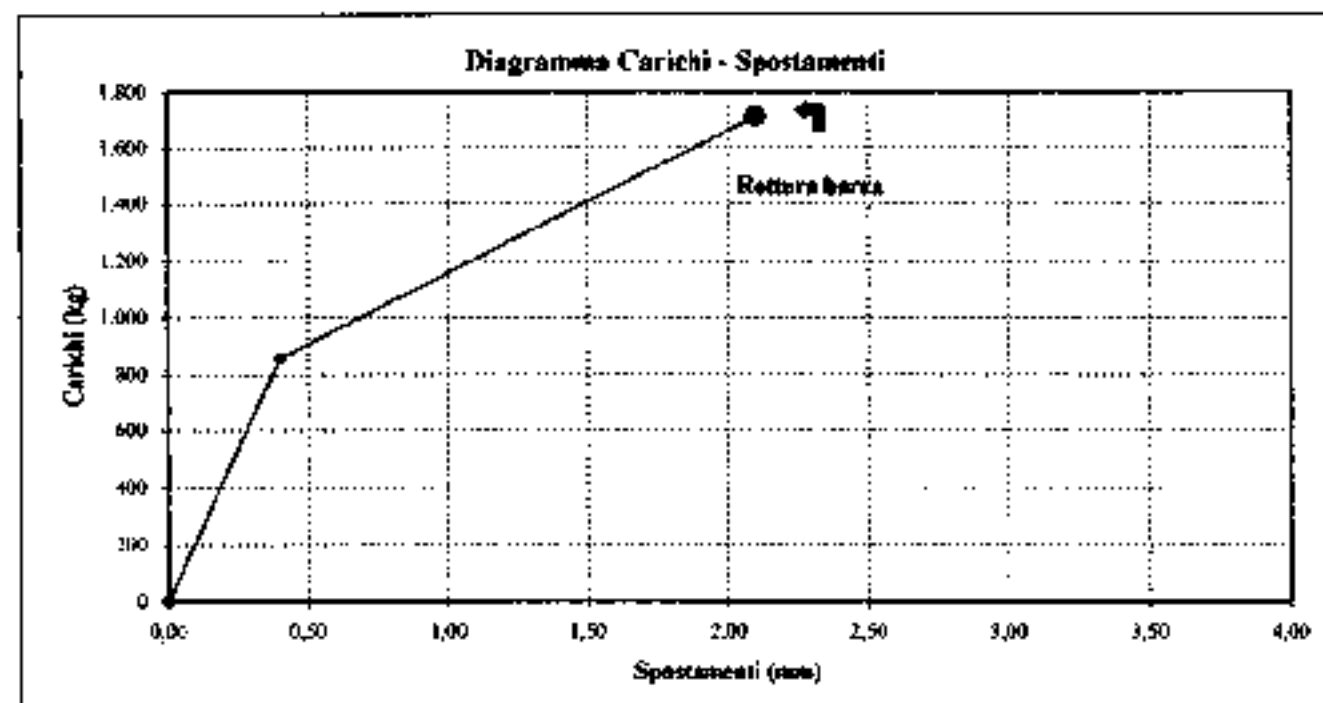
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inghissaggio	Disposizione furo	N° foro			parz.	tot.			
Barra in acciaio tipo 42 inghissata in montatura di rullo	Stabilcam Mapei	28° verticale, in asse alla barra	23	0	0		0	0.00	0.00	7.8
				20	1.710		0	0.20	0.60	7.9
				40	3.420		0	0.50	1.50	8.0
				60	5.130		0	2.00	2.20	7.9
				80	6.840		0	3.00	3.30	7.9
				90	7.695		0	3.70	4.60	8.0
				100	8.550		0	4.10	5.80	8.1
				110	9.405		0	10.30	14.00	8.0



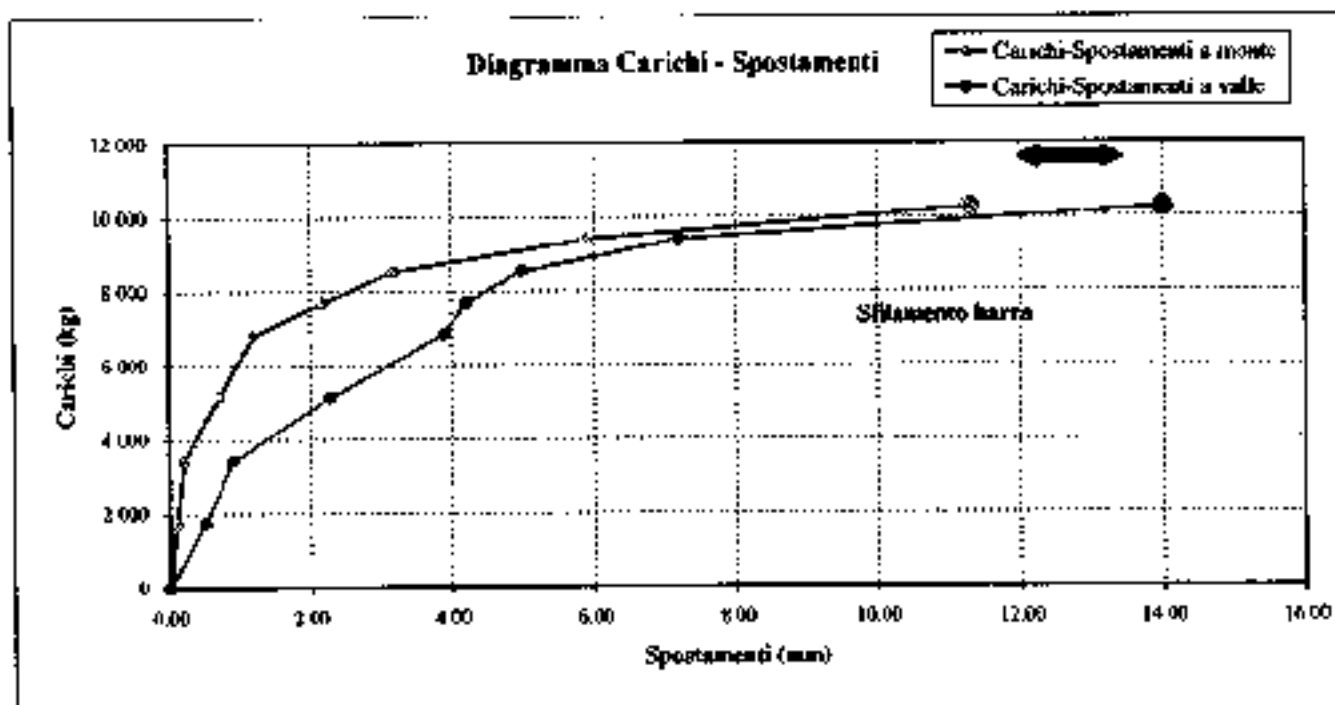
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a regime (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobamento	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in cemento 14x250/400 filareanti	Cemento 425	verticale, in asse alla barra	25	0	0	0	0		0,00	8,9
				10	855	2	2		0,32	8,9
				20	1.710	3	5		1,45	8,9
				30	2.565	3	8		3,20	9,0
				35	2.993	3	11		3,70	9,1
				40	3.420	3	14		4,40	9,0
				45	3.848	3	17		5,20	8,8
				50	4.275	3	19		6,20	8,9
				55	4.703	3	22		7,30	8,9
				60	5.130	1	23		11,97	9,0



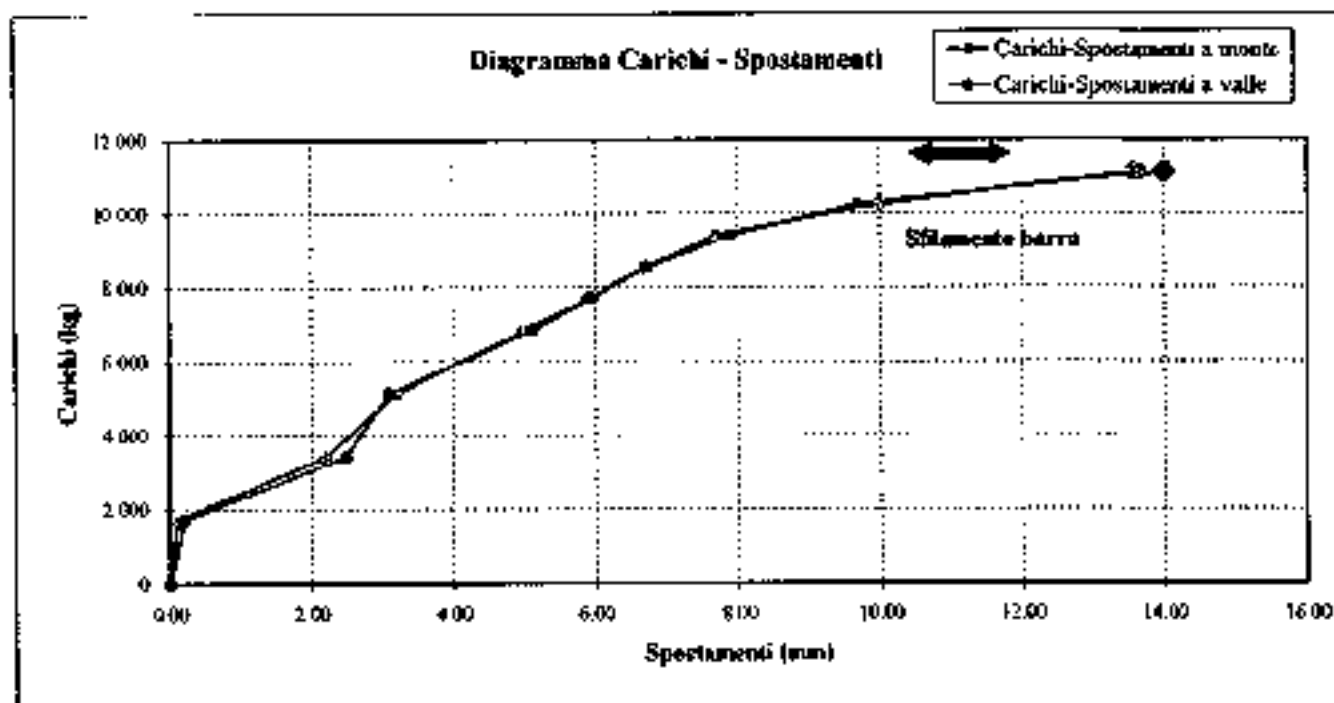
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inghiessio	Disposizione tiro	N. tiro			parz.	tot.			
Nastro in cospetto 14/4 250000 filamenti	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	26	0	0	0	0		0,00	2,7
				10	835	2	2		0,30	2,7
				70	1.710	1	3		2,10	2,8



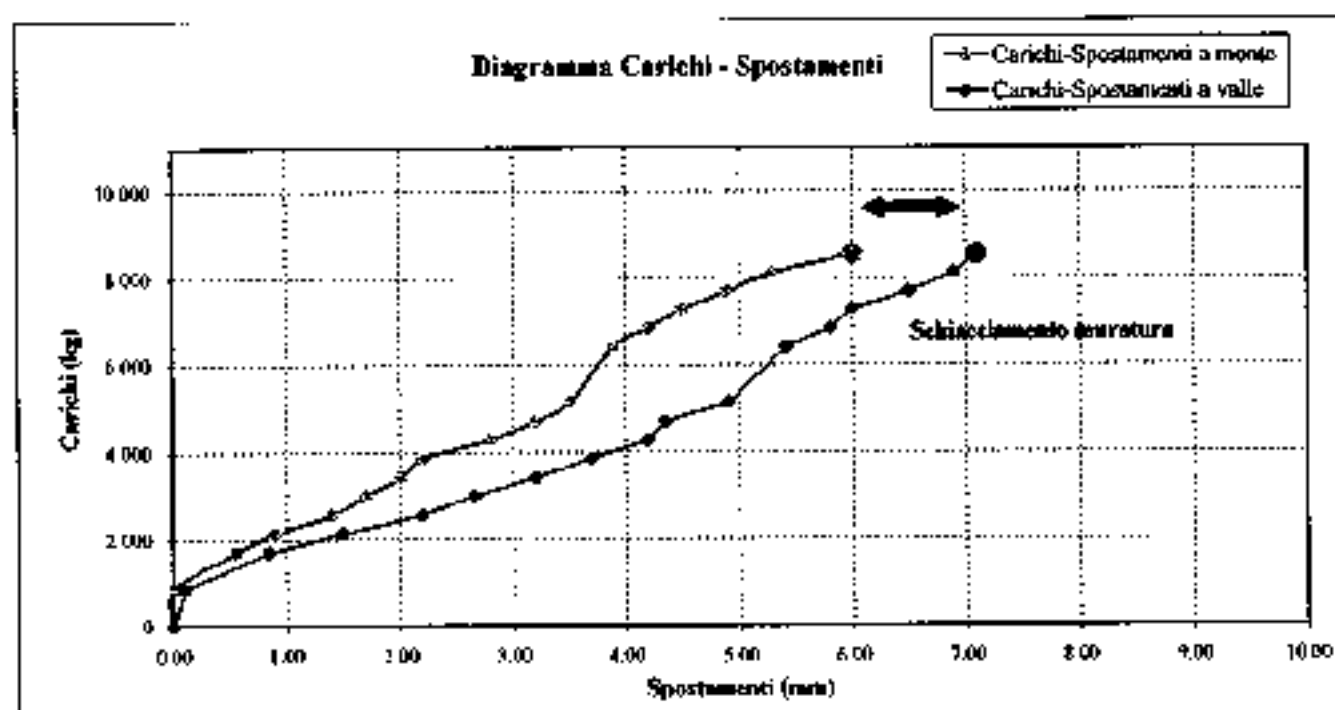
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscelo di inglobaggio	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Barra in acciaio inox ϕ 12 inglobata in massa di calce	Silice GROUT	240° verticale, in asse alla barra	27	0	0		0	0.00	0.00	7.8
				20	1.710		0	0.40	0.50	7.9
				40	3.420		0	0.20	0.90	7.9
				60	5.130		0	0.70	2.30	7.9
				80	6.840		0	1.20	3.90	7.9
				90	7.695		0	2.20	4.20	8.0
				100	8.550		0	3.20	5.00	8.0
				110	9.405		0	4.90	7.20	7.9
				120	10.260		0	11.30	14.00	7.9



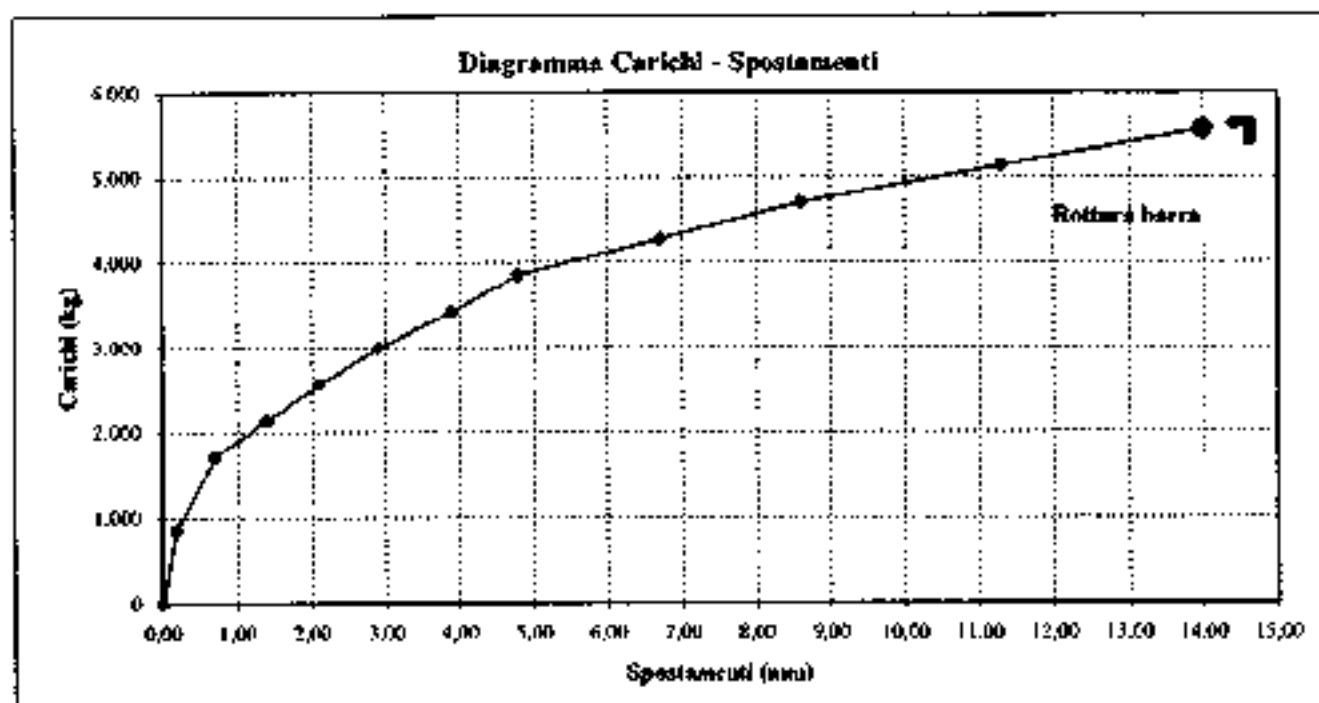
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione filo	N. foro			parz	tot			
Barra in acciaio Inox ϕ 12 inglobata in mattonata di tufo	Sika Grout	20° verticale, in asse alla barra	28	0	0		0	0,00	0,00	7,8
				20	1.710		0	0,10	0,20	7,9
				40	3.420		0	2,20	2,48	8,0
				60	5.130		0	3,20	3,10	7,9
				80	6.840		0	5,00	5,10	7,9
				90	7.695		0	5,90	5,95	8,0
				100	8.550		0	6,70	6,72	8,1
				110	9.405		0	7,70	7,90	8,0
				120	10.260		0	10,00	9,70	
				130	11.115		0	13,60	14,00	



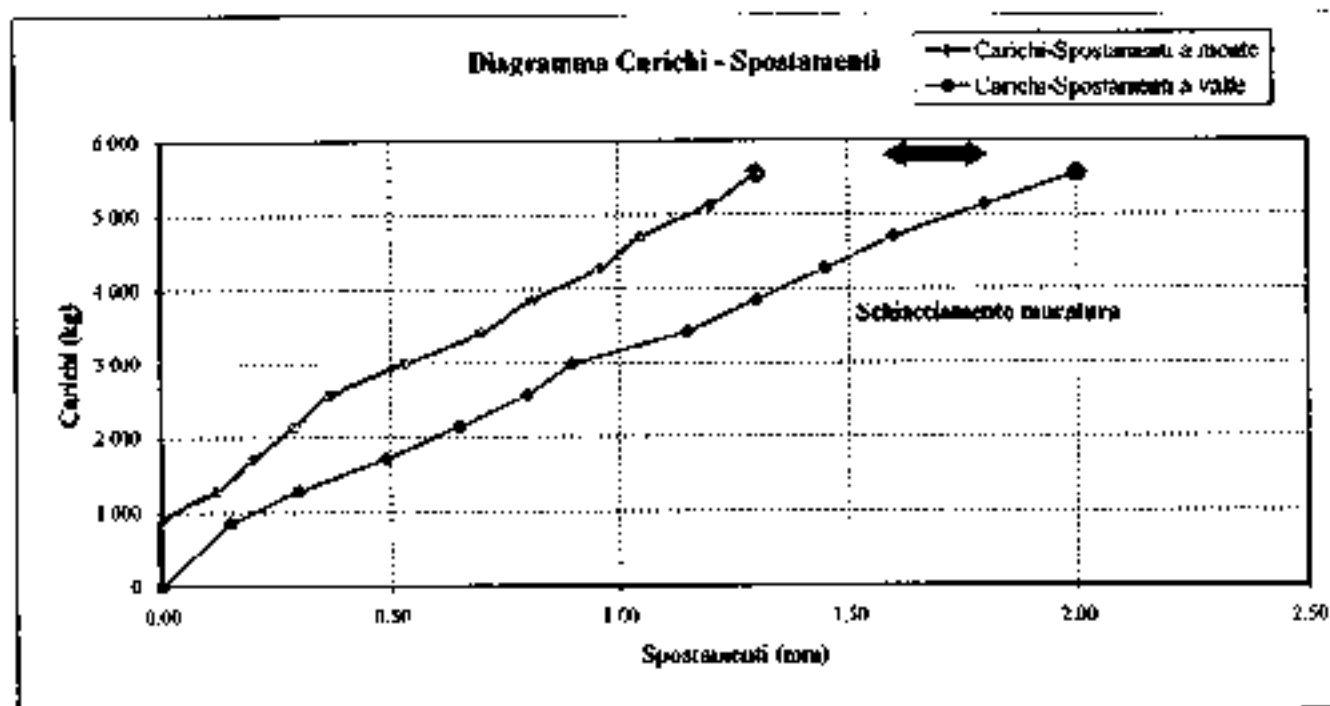
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione uso	N. foto			parz.	tot.			
Barra in acciaio inox ø 12 inglobata in muratura di rido	Silka Grout	20° verticale, in asse alla barra	29	0	0	0	0	0.00	0.00	8.0
				10	853	1	1	0.00	0.10	8.0
				20	1 710	2	3	0.55	0.85	8.0
				25	2 138	2	5	0.90	1.50	8.1
				30	2 565	3	8	1.40	2.20	8.2
				35	2 993	2	10	1.70	2.65	8.0
				40	3 420	3	13	2.00	3.20	8.0
				45	3 848	2	15	2.20	3.70	7.9
				50	4 275	2	17	2.80	4.20	8.1
				55	4 703	3	20	3.20	4.35	8.1
				60	5 130	4	24	3.50	4.91	8.0
				75	6 413	3	27	3.90	5.42	8.2
				80	6 840	3	30	4.20	5.80	8.0
				85	7 268	3	33	4.50	6.00	8.1
				90	7 695	3	36	4.90	6.50	8.2
				95	8 123	2	38	5.30	6.90	8.0
				100	8 550	1	39	6.00	7.10	7.9



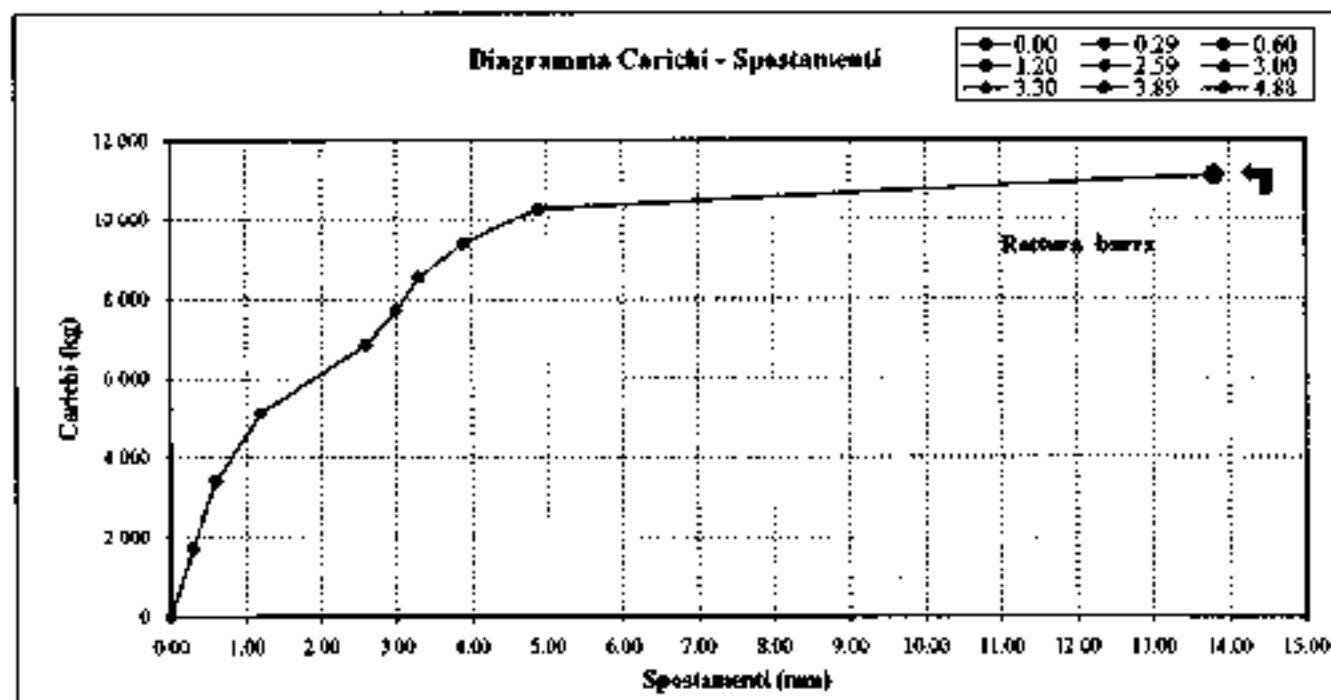
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tipo	N. filo			pass.	tot.			
Nastro in cemento 14x4 250000 filamenti	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	30	0	0	0	0		0,00	9,0
				10	855	2	2		0,18	9,1
				20	1.710	2	4		0,70	9,0
				25	2.138	3	7		1,40	9,1
				30	2.565	2	9		2,10	9,2
				35	2.993	3	12		2,90	9,1
				40	3.420	5	17		3,90	9,0
				45	3.848	4	21		4,80	9,0
				50	4.275	3	24		6,70	9,0
				55	4.701	5	29		8,60	9,0
				60	5.130	3	32		11,30	9,0
				65	5.558	2	34		14,00	9,0



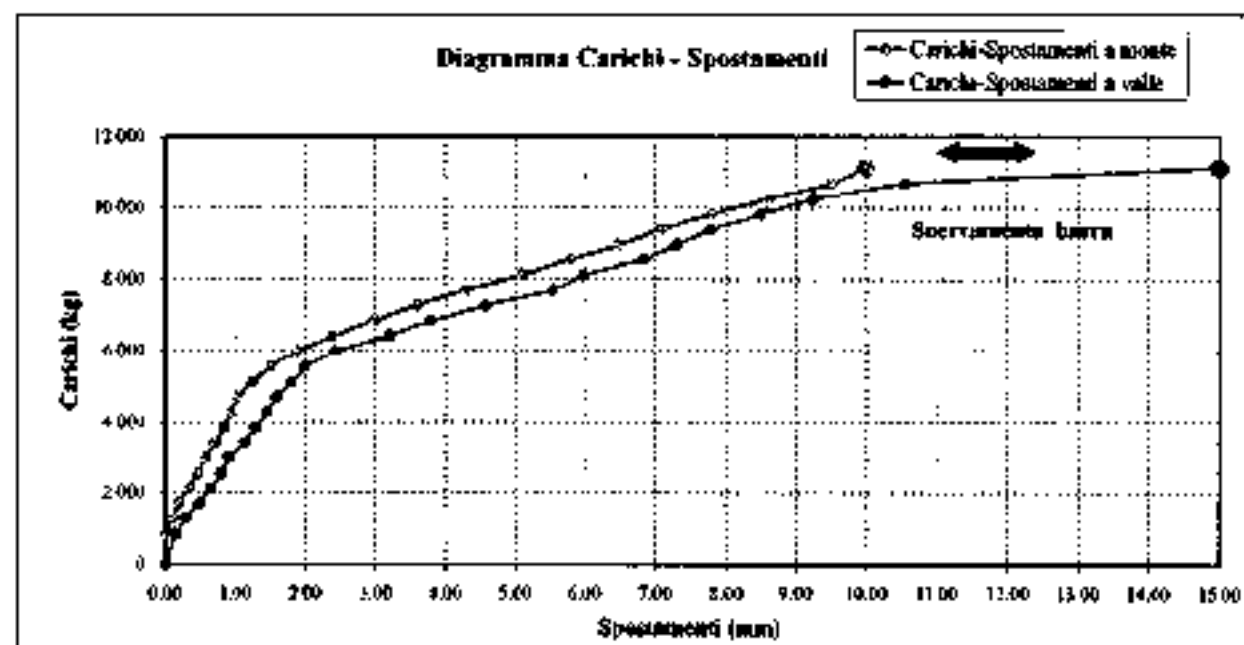
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobamento	Disposizione filo	N. foro			parz.	tot.			
Barra in acciaio inox ø 12 inglobata in muratura di tufo	Silca Grout	20° verticale, in asse alla barra	31	0	0	0	0	0.00	0.00	7.8
				10	855	2	2	0.00	0.15	7.9
				15	1.283	3	5	0.12	0.30	8.0
				20	1.710	2	7	0.20	0.49	7.9
				25	2.138	3	10	0.29	0.65	7.9
				30	2.565	2	12	0.37	0.80	8.0
				35	2.993	2	14	0.53	0.90	8.1
				40	3.420	3	17	0.70	1.15	8.0
				45	3.848	3	20	0.81	1.30	8.0
				50	4.275	3	23	0.96	1.45	7.9
				55	4.703	2	25	1.05	1.60	8.1
				60	5.130	3	28	1.20	1.80	8.0
				65	5.558	2	30	1.30	2.00	8.0



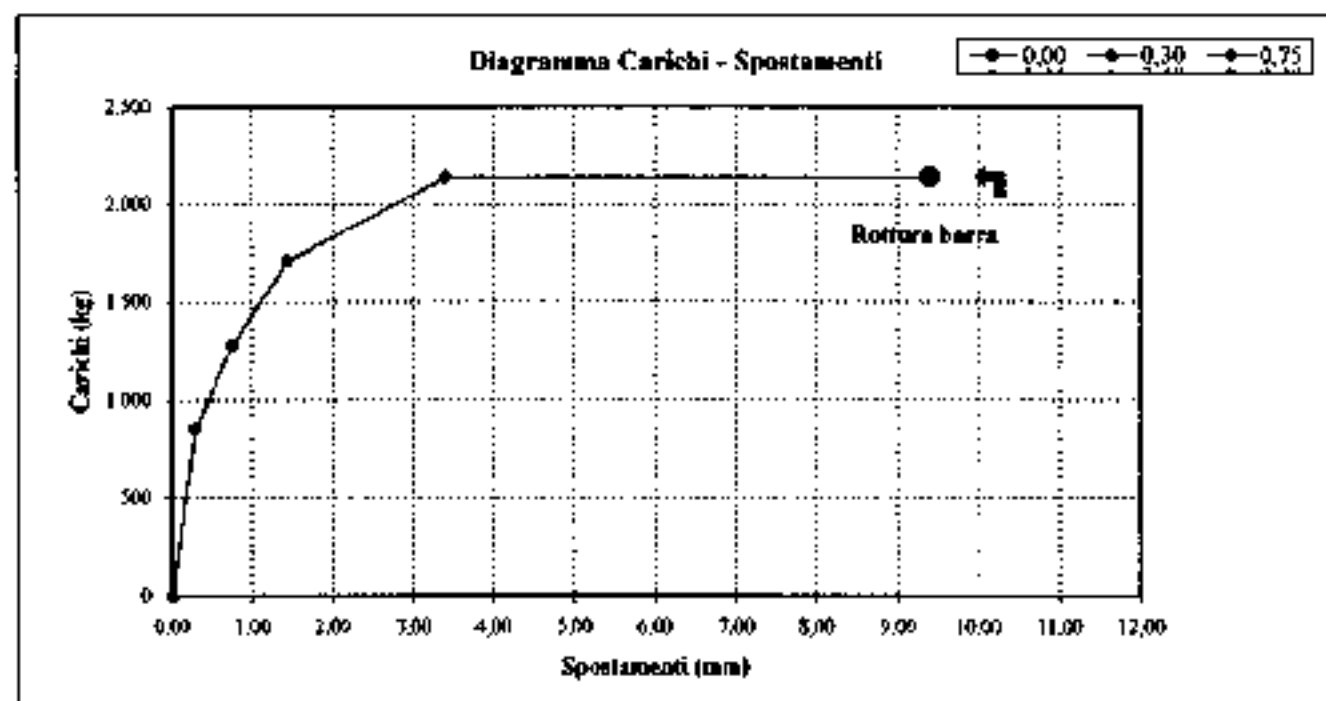
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Barra in acciaio inox ϕ 12 inglobata in muratura di mattoni	Betonfix Kivula	20° verticale, in asse alla barra	33	0	0	0	0		0.00	10.2
				20	1.710	2	2		0.29	10.1
				40	3.420	3	5		0.60	10.1
				60	5.130	3	8	8ra per effetto del	1.20	10.2
				80	6.840	3	11		2.59	10.2
				90	7.695	3	14		3.00	10.1
				100	8.550	5	19		3.30	10.2
				110	9.405	2	21		3.89	10.4
				120	10.260	2	23		4.88	10.6
				130	11.115	2	25		11.80	10.6



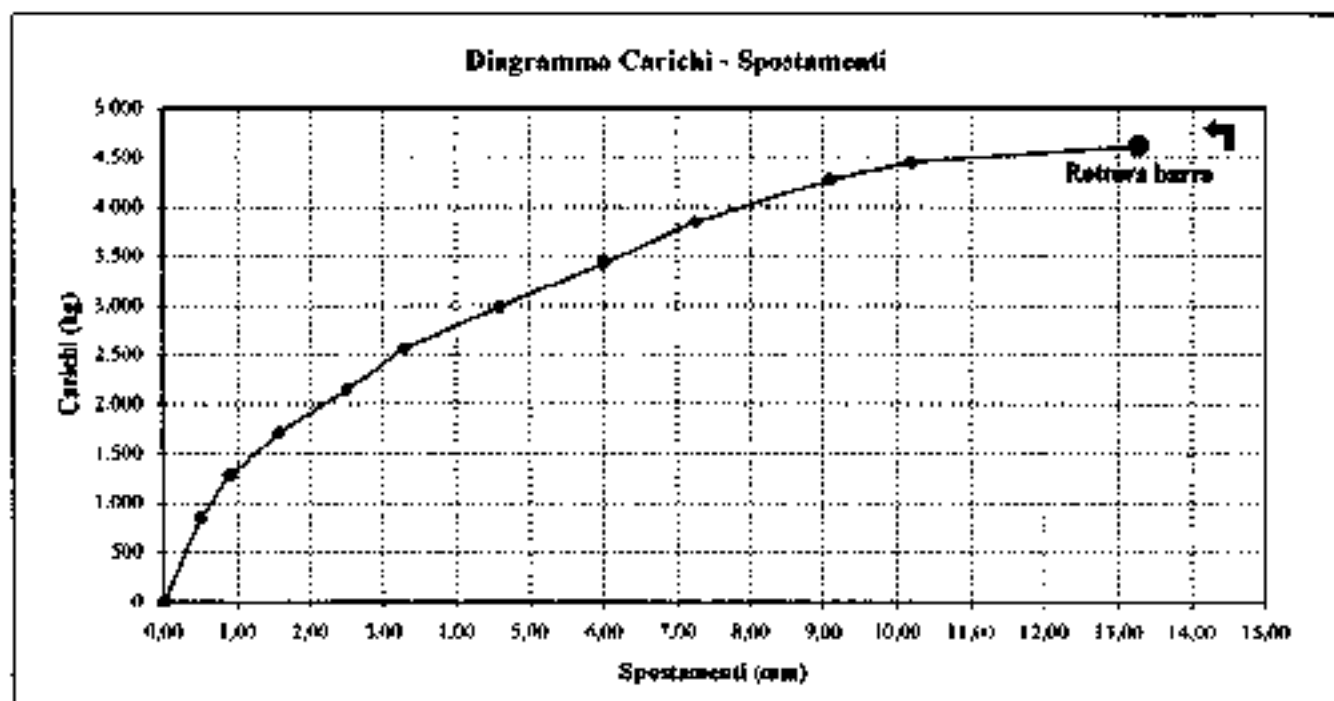
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della prova				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Intensità di infiggiamento	Disposizione tira	N. Fori			parz.	tot.			
Barra in acciaio Inox 4 12 inglobata in muratura di mattoni	Betoncine Kinokla	20° verticale, in asse alla barra		0	0	0	0	0.00	0.00	8.0
				10	855	2	2	0.00	0.15	8.0
				15	1.283	3	5	0.12	0.30	8.1
				20	1.710	2	7	0.20	0.49	8.0
				25	2.138	3	10	0.35	0.65	8.1
				30	2.565	2	12	0.40	0.80	8.2
				35	2.993	2	14	0.59	0.90	8.0
				40	3.420	3	17	0.72	1.15	8.0
				45	3.848	3	20	0.84	1.30	7.9
				50	4.275	3	23	0.93	1.45	8.1
				55	4.703	2	25	1.05	1.60	8.1
				60	5.130	3	28	1.26	1.80	8.0
				65	5.558	2	30	1.50	2.00	8.0
				70	5.985	3	33	1.90	2.43	8.1
				75	6.413	3	36	2.40	3.20	8.2
				80	6.840	3	39	3.00	3.80	8.0
				85	7.268	4	43	3.60	4.59	8.1
				90	7.695	3	46	4.30	5.55	8.2
				95	8.123	2	48	5.10	6.00	8.0
				100	8.550	3	53	5.80	6.85	7.9
				105	8.978	2	55	6.50	7.30	8.0
				110	9.405	2	57	7.10	7.80	8.1
				115	9.833	2	59	7.80	8.50	8.2
				120	10.260	2	61	8.60	9.25	8.0
				125	10.688	4	65	9.90	10.55	7.9
				130	11.115	2	67	10.00	15.00	8.0



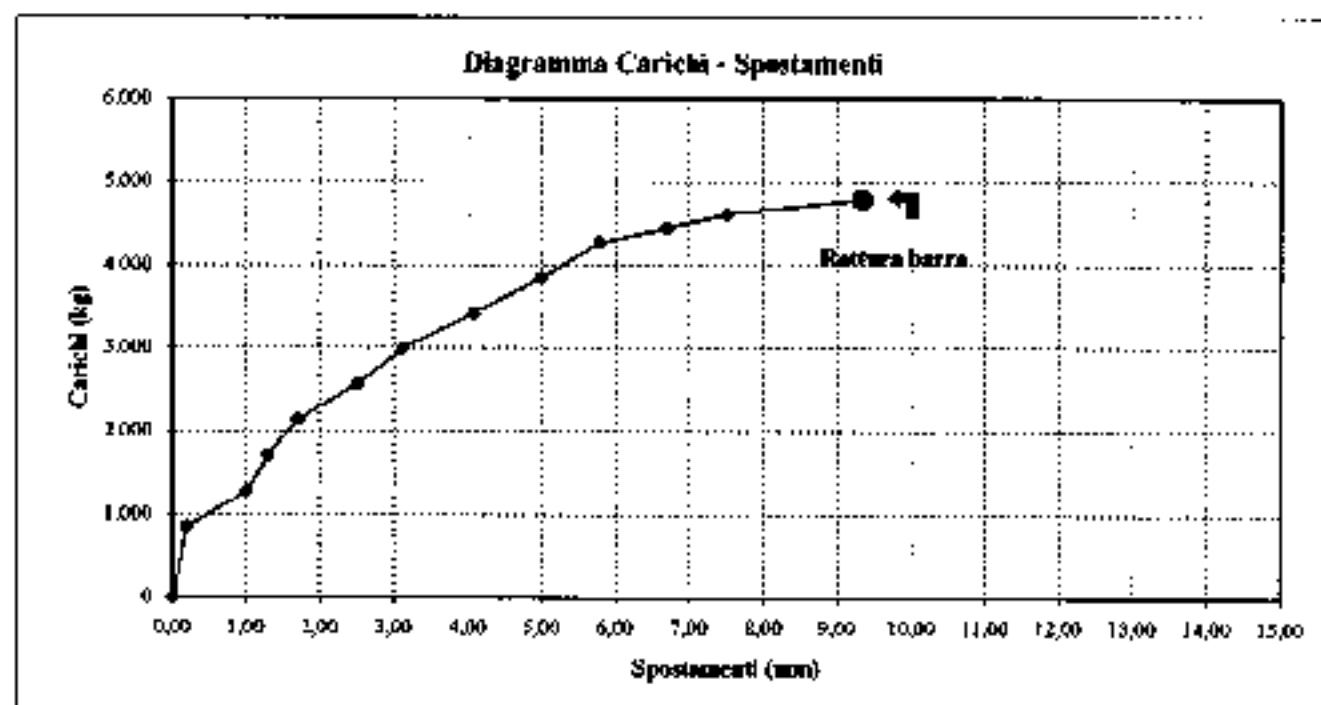
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tipo	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in cemento 14x14 cm perno 14x14 250/000 filamenti	Cemento 425	20° orizzontale, in asse alla barra	36	0	0	0	0		0.00	8.0
				10	855	6	6		0.30	8.1
				14	1.283	6	12		0.75	8.1
				20	1.710	7	19		1.44	8.4
				25	2.138	8	27		3.40	8.5
				26	2.138	1	28		9.40	8.6



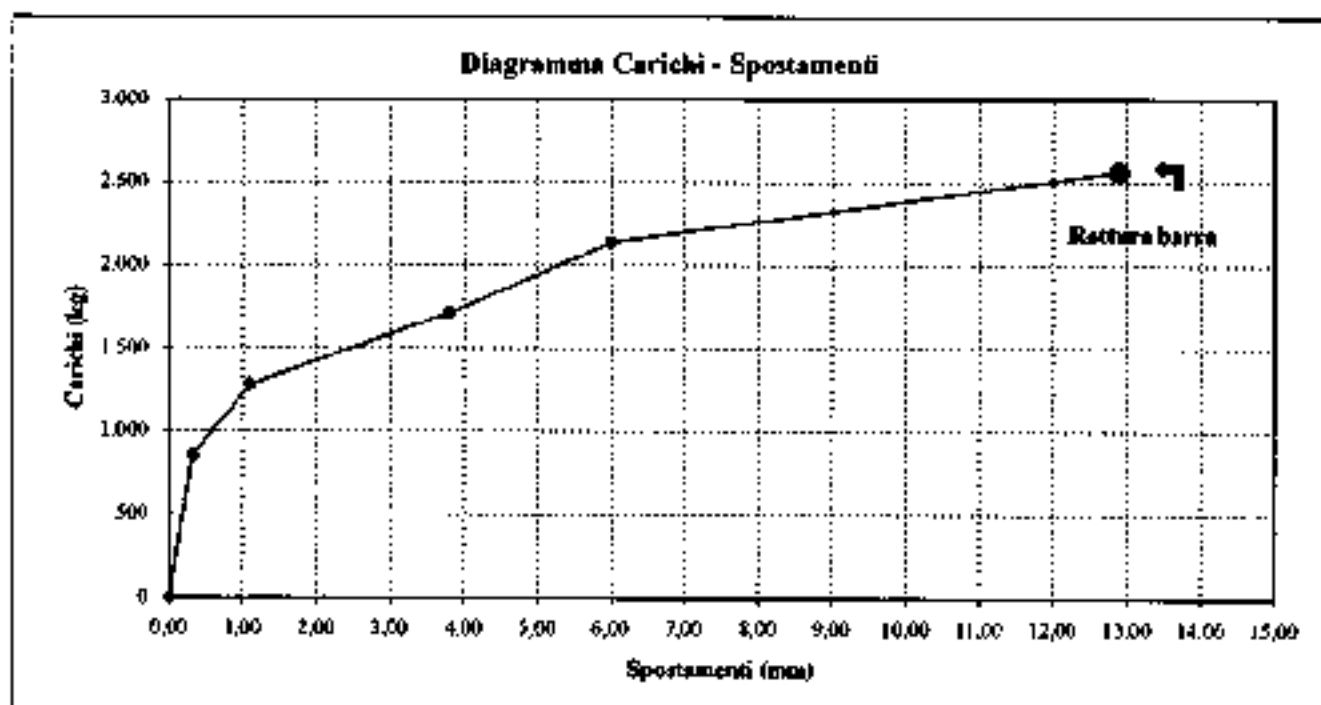
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inghessaggio	Disposizione tipo	N. ferro			parz.	tot.			
Nastro in cemento 14x4 250000 filaretti	Cemento 42,5	20° orizzontale, in asse alla barra	37	0	0	0	0		0,00	8,7
				10	833	6	6		0,50	8,8
				15	1.283	7	13		0,90	8,8
				20	1.710	9	22		1,57	8,9
				25	2.138	9	31		2,50	9,0
				30	2.565	7	38		3,36	9,1
				35	2.993	6	44		4,60	9,2
				40	3.420	9	53		6,00	9,2
				45	3.848	9	62		7,25	9,3
				50	4.275	6	68		9,10	9,5
				52	4.446	6	74		10,30	9,5
				54	4.617	2	76		13,27	9,6



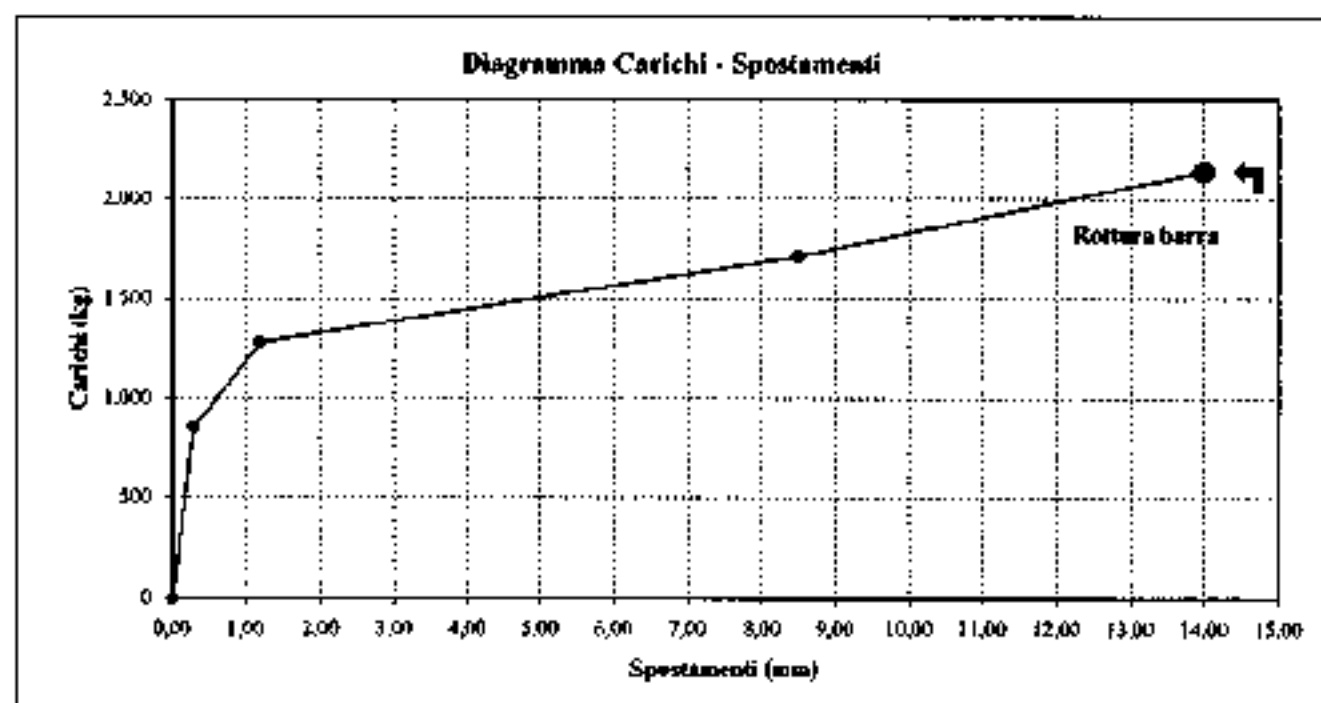
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inghiccaggio	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in cemento 14x4 250000 (Masseoli)	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	44	0	0	0	0		0,00	10,1
				10	855	5	5		0,20	10,1
				15	1.383	7	12		1,01	10,2
				20	1.710	8	20		1,30	10,2
				25	2.138	9	29		1,70	10,3
				30	2.565	5	34		2,52	10,2
				35	2.993	6	40		3,12	10,3
				40	3.420	6	46		4,08	10,2
				45	3.848	9	55		5,00	10,1
				50	4.275	7	62		5,80	10,1
				52	4.446	6	68		6,70	10,2
				54	4.617	6	68		7,52	10,1
				56	4.788	1	69		9,35	10,2



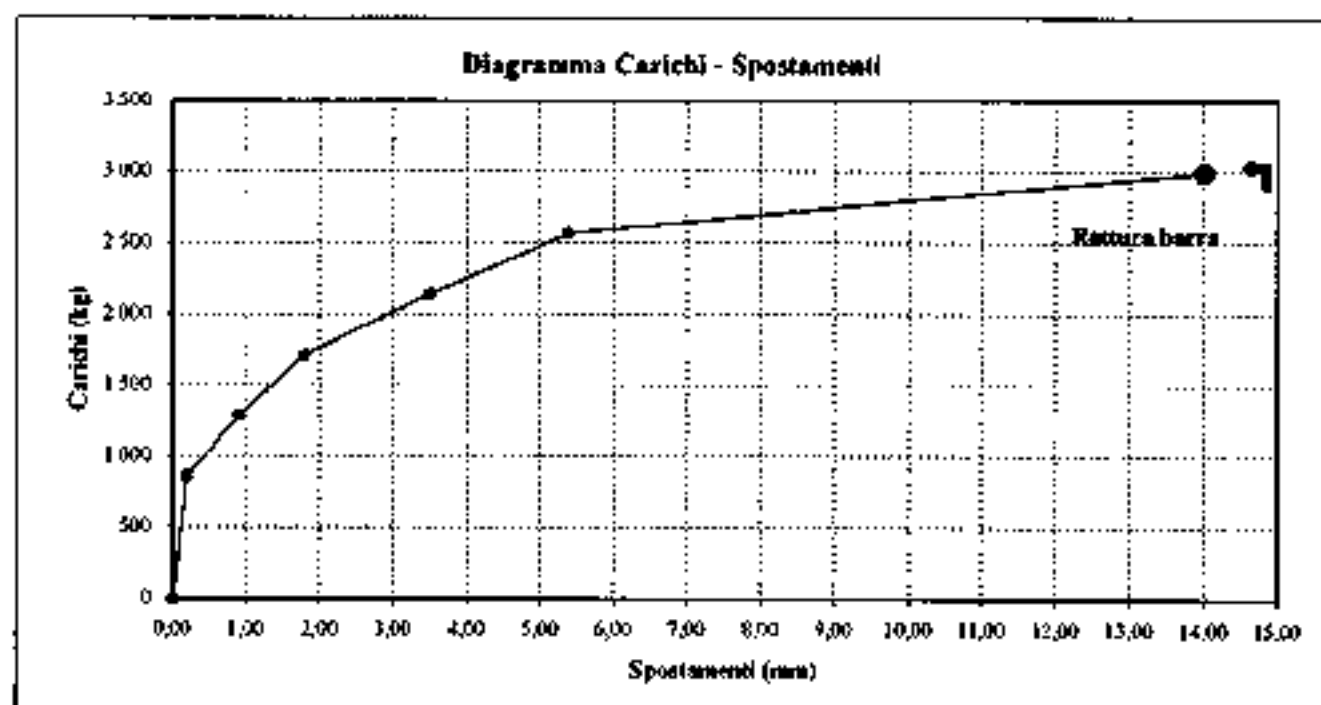
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inghiessaggio	Disposizione tiro	N. foro			parz.	tot.			
Barra in cemento Ø 52 a 940.000 filamenti	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	42	0	0	0	0		0,00	8,3
				10	955	6	6		0,31	8,4
				15	1.283	7	13		1,10	8,3
				20	1.710	8	18		3,80	8,4
				25	2.138	8	26		6,00	8,4
				30	2.565	4	30		12,90	8,4



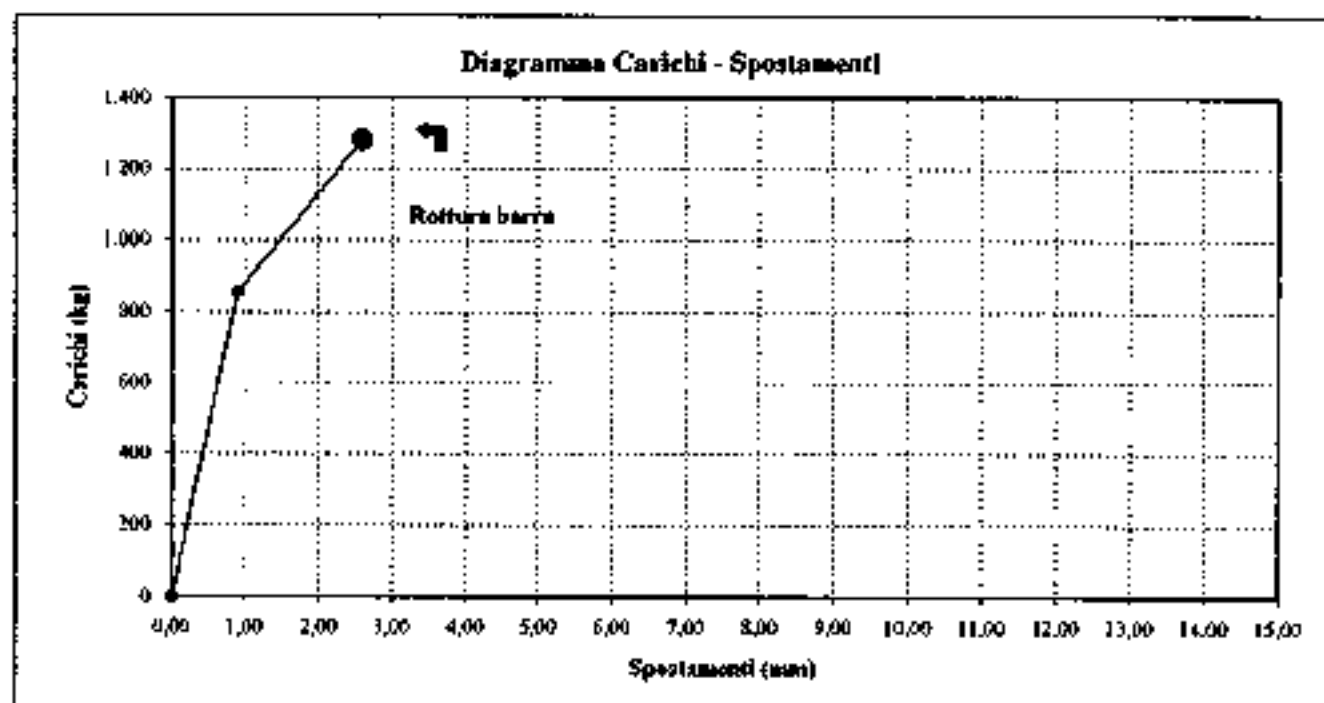
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a valle (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione	N. foro			parz.	tot.			
Barra in composite ϕ 5,5 x 100.000 filamenti	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	44	0	0	0	0		0,00	8,4
				10	855	5	5		0,30	8,3
				15	1.283	7	12		1,20	8,2
				20	1.710	8	20		6,50	8,3
				25	2.136	9	29		14,00	8,3



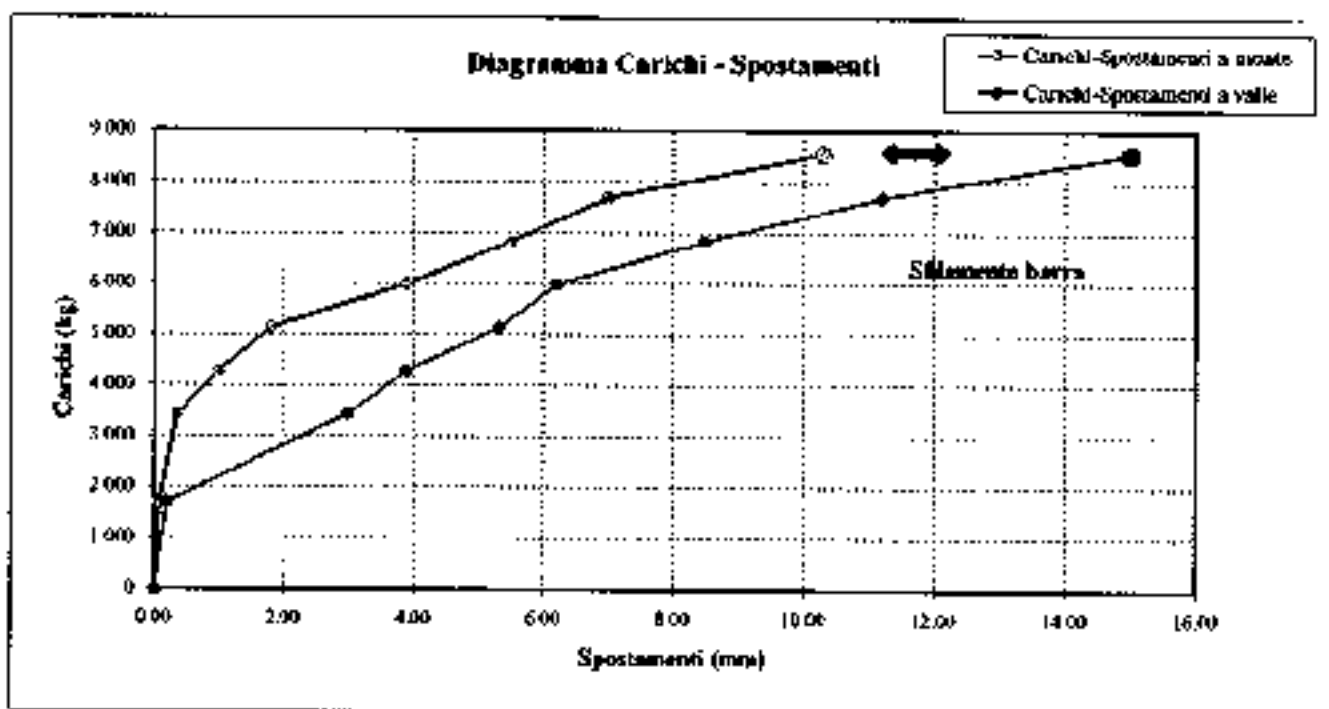
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	M. foro			parz.	tot.			
Barra in cemento a S.S. e 100.000 Ø=25mm	C40/50	21° orizzontale, in asse alla barra	46	0	0	0	0		0,00	8,0
				10	855	5	5		0,20	8,1
				15	1.283	7	12		0,90	8,2
				20	1.710	6	18		1,80	8,0
				25	2.138	7	25		3,50	8,1
				30	2.565	5	30		5,40	8,1
				35	2.993	2	32		14,00	8,0



PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di ingiugaggio	Disposizione tipo	N. foro			perz.	tot.			
Barra in conglomerato ϕ 5,5 a 100.000 Massanti	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	47	0	0	0	0		0,00	8,2
				10	835	4	4		0,90	8,3
				15	1.283	3	7		2,60	8,2

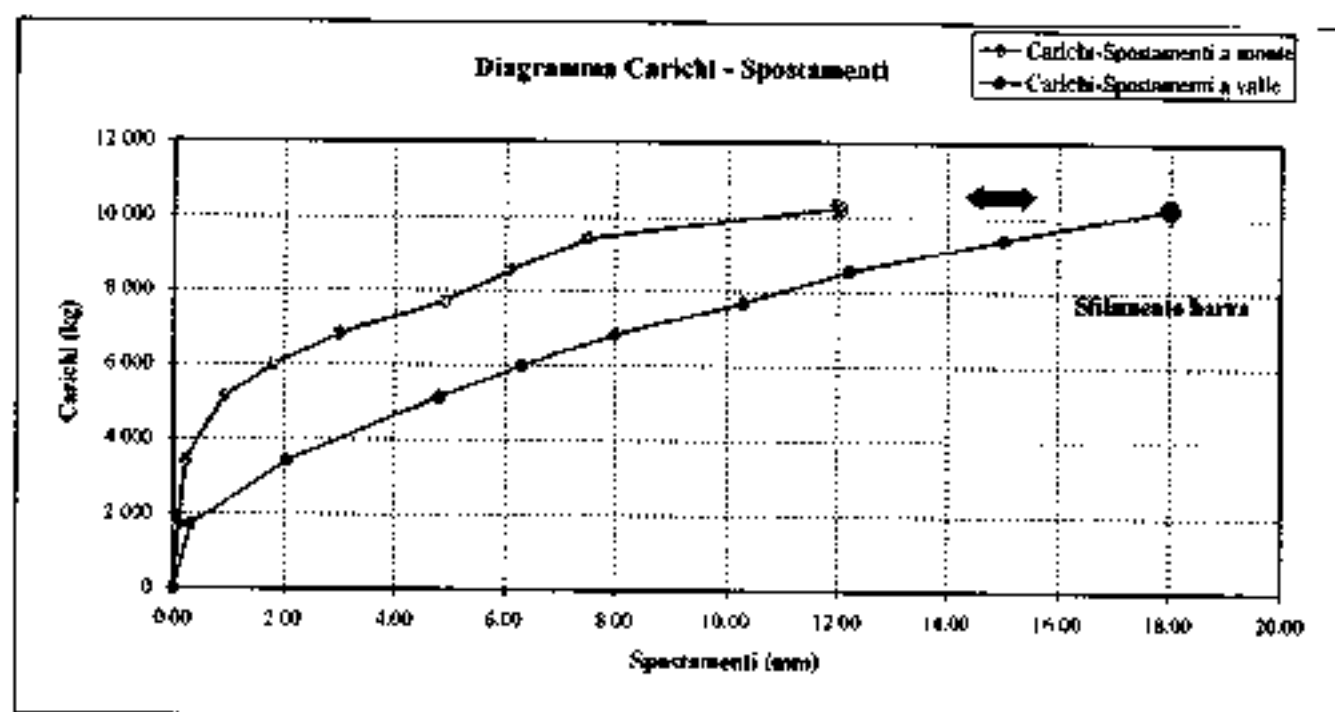


PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione filo	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in vetroresina 28x4	Cemento 425	20° verticale, in asse alla barra	1	0	0	0	0	0,00	0,00	14,7
				20	1 710	6	6	0,08	0,20	14,6
				40	3 420	6	12	0,35	3,00	14,7
				50	4 275	6	18	1,00	3,90	14,5
				60	5 130	7	25	1,80	5,30	14,6
				70	5 985	6	31	3,90	6,20	14,5
				80	6 840	7	38	5,50	8,50	14,3
				90	7 695	4	42	7,00	11,20	14,5
				100	8 550	1	43	10,50	15,00	14,5

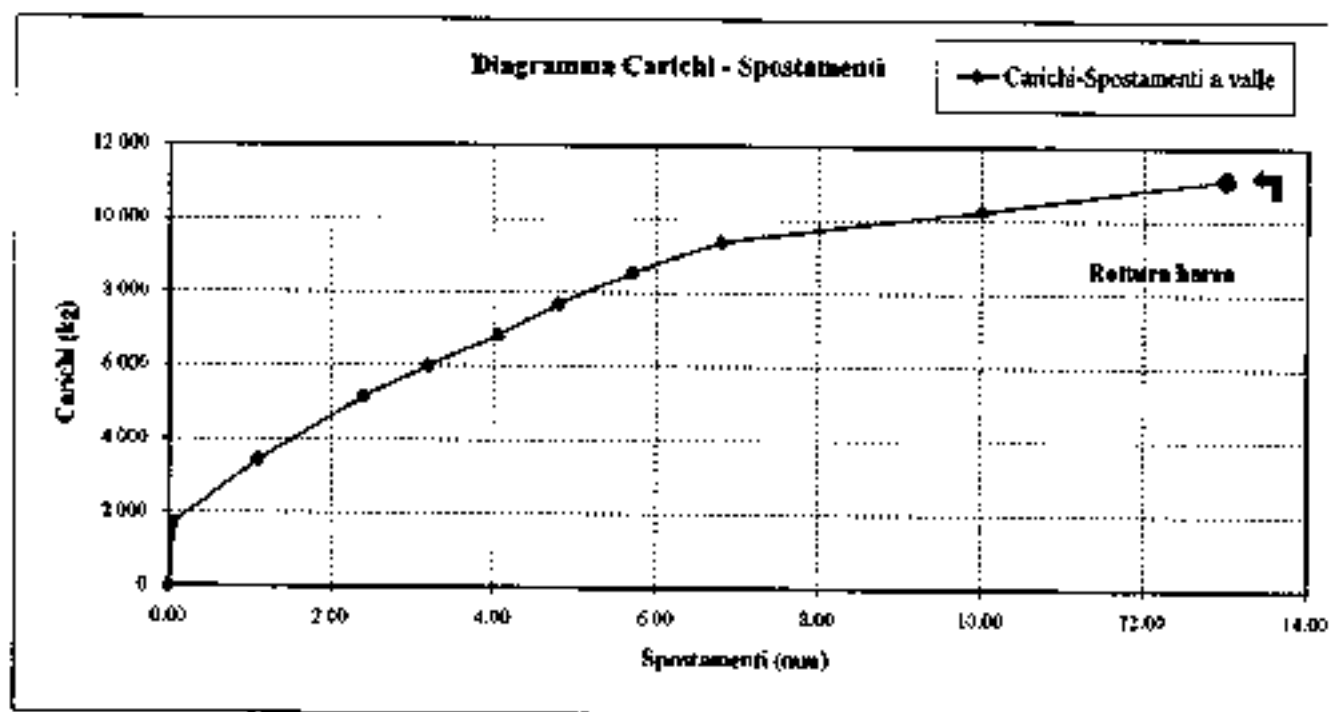


PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	N. tiro			part.	tot.			
Nastro in vetroresina 20x3	Cemento 425	in orizzontale, deviato	2	0	0	0	0		0.00	14.5
				20	1.730	3	3		0.90	14.5
				40	3.470	1	4			
								Ritorna barra per effetto del piegamento		
								del tiro deviato		

PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione allo	N. foro			pari	tot.			
Nastro in vetroresina 28x4	Cemento 425	20° verticale, in asse alla barra	J	0	0	0	0	0.00	0.00	13.1
				30	1 710	6	6	0.09	0.30	13.2
				40	3 420	5	11	0.20	2.05	13.3
				60	5 130	5	16	0.90	4.80	13.4
				70	5 985	6	22	1.80	6.30	13.4
				80	6 840	7	29	3.00	8.00	13.5
				90	7 695	4	33	4.90	10.30	13.4
				100	8 550	6	39	6.10	11.20	13.5
				110	9 405	2	41	7.50	15.00	13.6
				120	10 260	1	42	12.00	14.00	13.5

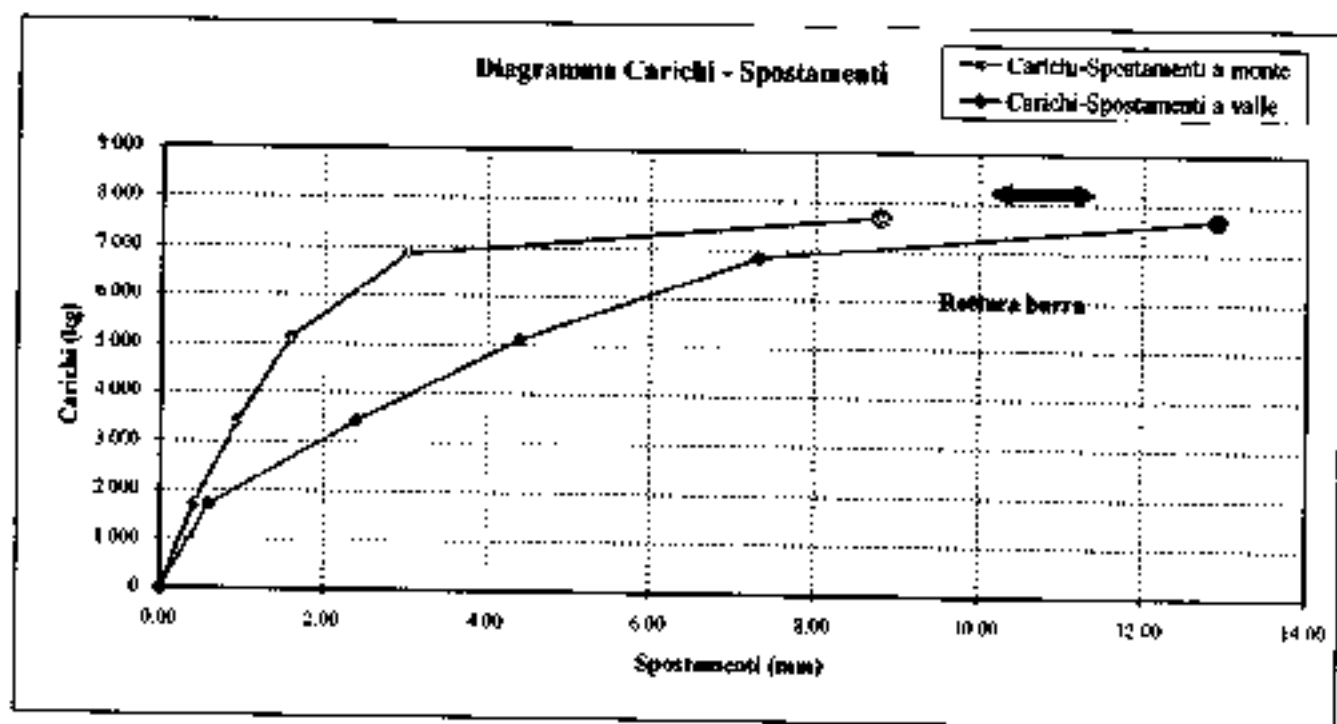


PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della prova				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a norme (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tire	N. foro			part.	tot.			
Macchine a vettura 2804	Betonfilo Kinast	20° verticale, in asse alla barra	4	0	0	0	0		0.00	13.1
				20	1 710	4	4		0.05	13.2
				40	3 420	4	8		1.09	13.3
				60	5 130	5	13		2.40	13.4
				70	5 985	6	19		3.20	13.4
				80	6 840	4	23		4.06	13.5
				90	7 695	4	27		4.80	13.4
				100	8 550	6	33		5.70	13.5
				110	9 405	6	39		6.80	13.6
				120	10 260	3	42		10.00	13.5
				130	11 115	1	43		12.00	13.5

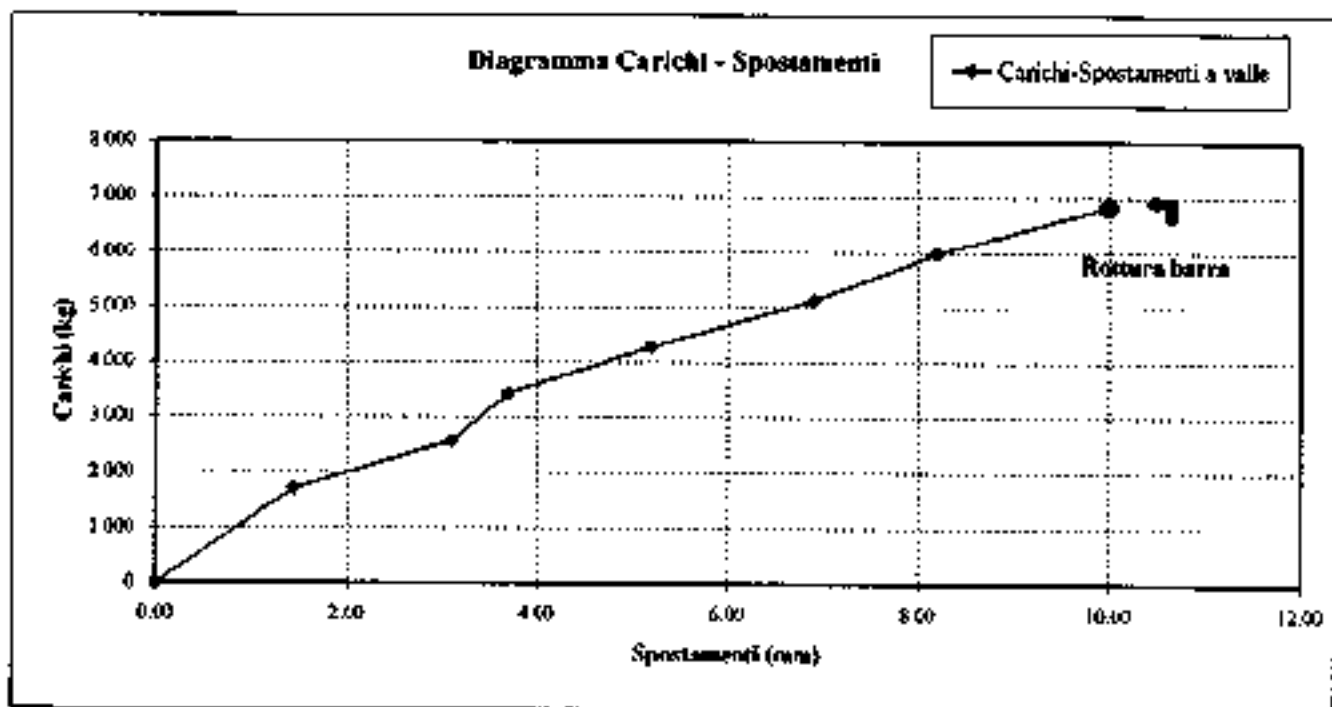


PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	N. foro			para.	tot.			
Nastro in vetroresina 28x4	Betonfix Kunda	20° verticale, in asse alla barra	5	0	0	0	0	Immediato	0.00	13.1
				20	1 710	3	3	sfilamento	1.44	13.1
								Riforma barra per effetto del piegamento		

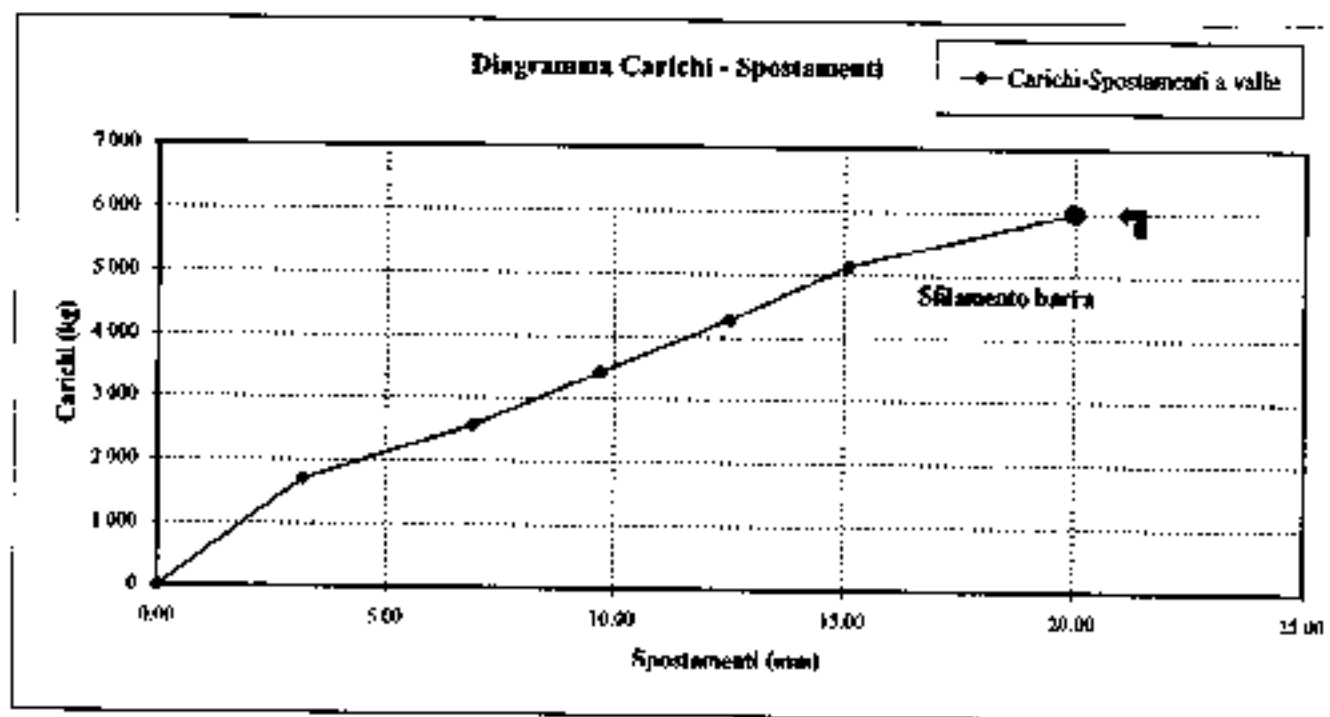
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	N. foro			parz	tot			
Nastro in vetroresina 28x4	Stabilimento Mapel	20° verticale, in asse alla barra	7	0	0	0	0	0,00	0,00	13,6
				20	1.710	5	5	0,41	0,60	13,5
				40	3.420	6	11	0,96	2,40	13,5
				60	5.130	5	16	1,60	4,90	13,2
				80	6.840	6	22	3,00	7,32	13,1
				90	7.695	8	29	8,80	12,90	13,2



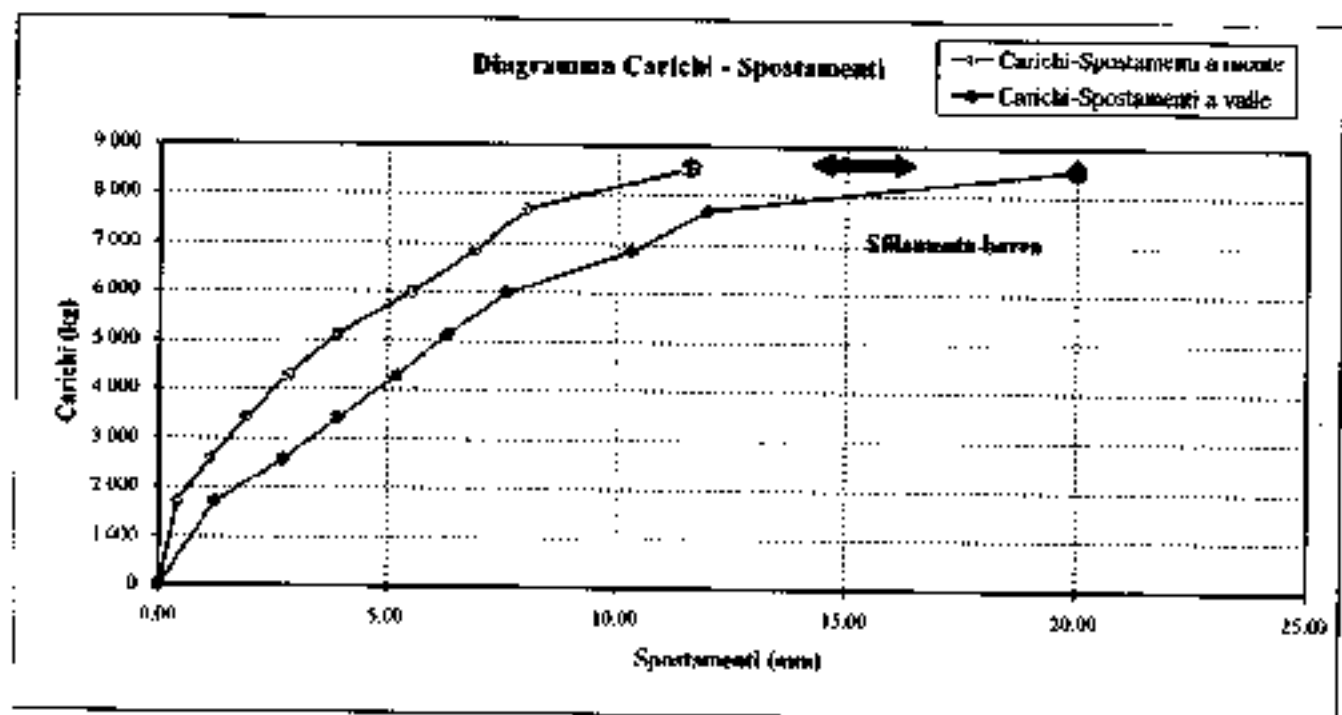
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a valle (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inagistaggio	Disposizione tiro	N. foro			pari	tot.			
Matr. in vetroresina 28x4	Betonfix Kima	in pressostato, deviato	6	0	0	0	0		0.00	13.1
				20	1 710	3	3		1.44	13.1
				30	2 565	3	6		3.10	13.0
				40	3 420	4	10		3.70	13.1
				50	4 275	4	14		5.21	13.1
				60	5 130	3	17		6.91	13.1
				70	5 985	3	20		8.20	13.0
				80	6 840	1	21		10.00	13.1



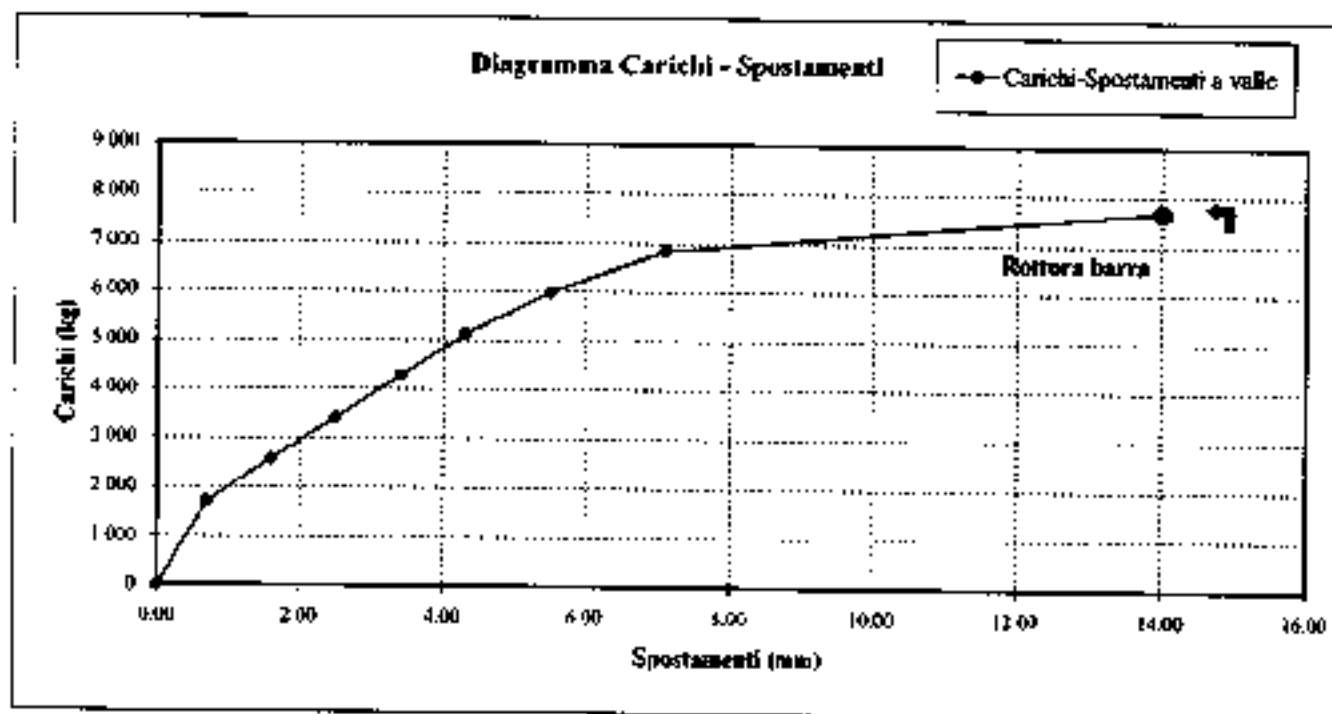
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inghessaggio	Disposizione tipo	N. fori			parz.	tot.			
Nastro in vetroresina 28x4	Stralocem Mapes	240° verticale, in asse alla barra	8	0	0	0	0		0.00	13.0
				20	1.710	4	4		3.20	13.1
				30	2.565	3	7		6.90	13.1
				40	3.420	3	10		9.70	13.2
				50	4.275	4	14		12.50	13.3
				60	5.130	3	17		15.30	13.3
				70	5.985	3	20		20.00	13.3



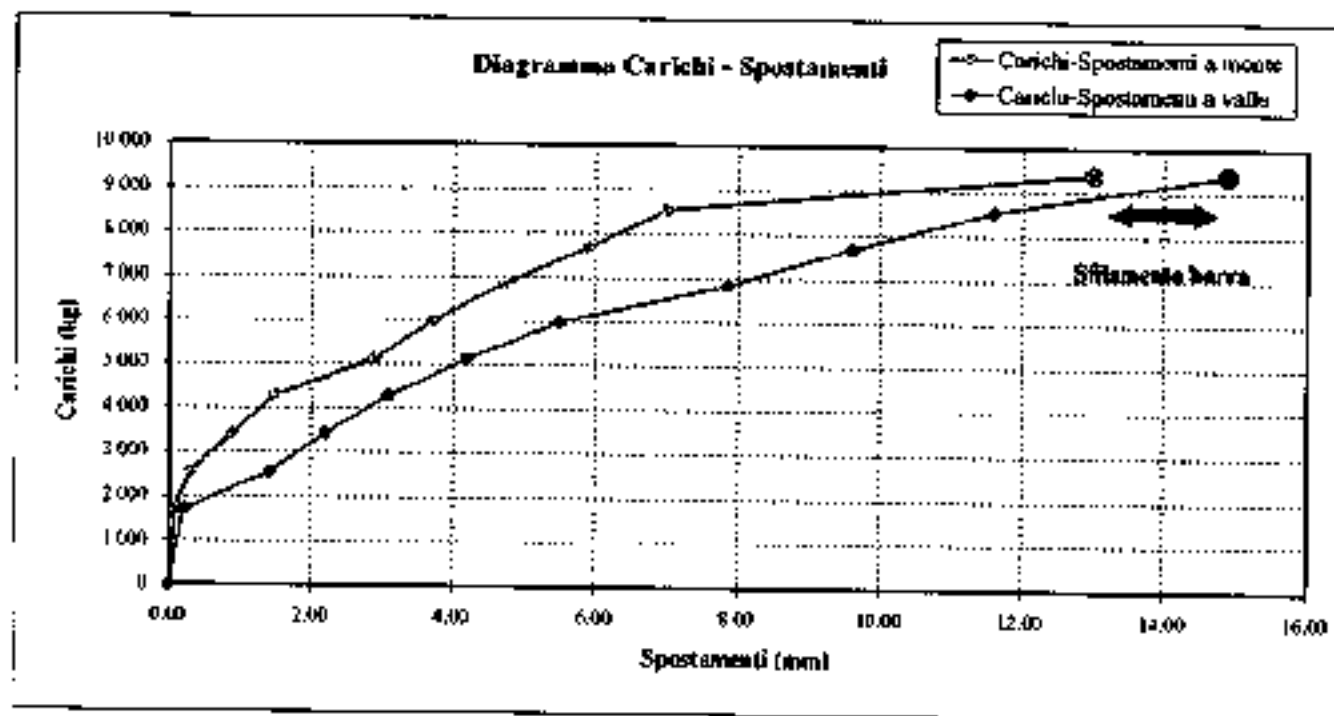
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di iniezione	Disposizione tipo	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in vetroresina 25x4	Stabilcon Mapet	24° verticale, la testa alla barra	9	0	0	0	0	0.00	0.00	13.0
				20	1.710	4	4	0.40	1.20	13.1
				30	2.563	3	7	1.10	2.70	13.2
				40	3.420	3	10	1.90	3.92	13.1
				50	4.273	3	13	2.80	5.20	13.1
				60	5.130	4	17	3.90	6.30	13.1
				70	5.985	3	20	5.50	7.60	13.1
				80	6.840	2	22	6.90	10.30	13.1
				90	7.693	2	24	8.00	11.98	13.2
				100	8.550	1	25	11.60	20.00	13.1



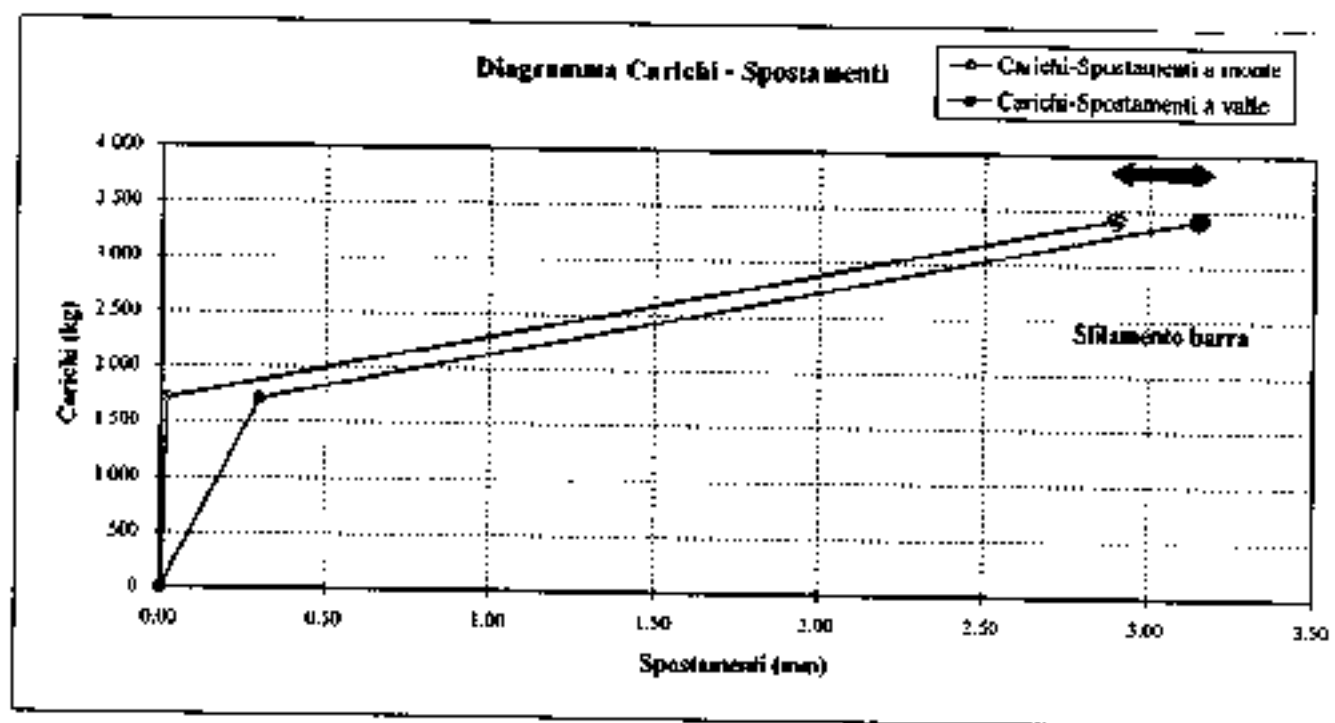
PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della prova				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a valle (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobamento	Disposizione filo	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in vetroresina 26x4	Saba Grout	in orizzontale, deviato	10	0	0	0	0		0.00	11.5
				20	1.710	5	3		0.70	11.4
				30	2.563	3	6		1.60	11.4
				40	3.420	5	11		2.50	11.5
				50	4.275	5	16		3.40	11.4
				60	5.130	3	19		4.30	11.4
				70	5.985	2	21		5.20	11.3
				80	6.840	1	24		7.10	11.4
				90	7.695	1	25		14.00	11.4



PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tiro	N. foro			parz.	TOT			
Nastro in vetroresina 28x4	Silca Grout	20° verticale, in asse alla barra	11	0	0	0	0	0,00	0,00	11,3
				20	1.710	4	4	0,09	0,21	11,3
				30	1.565	9	13	0,30	1,42	11,3
				40	3.420	4	17	0,90	2,20	11,4
				50	4.275	5	22	1,50	3,10	11,3
				60	5.130	3	25	2,90	4,20	11,2
				70	5.985	5	30	3,70	5,50	
				80	6.840	4	34	4,70	7,65	
				90	7.695	5	39	5,90	9,60	
				100	8.550	5	44	7,00	11,60	
				110	9.405	2	46	13,00	14,90	



PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizione tipo	N. foro			parz.	tot.			
Nastro in vetroresina 25x4	Sika Grout	240° verticale, in asse alla barra	12	0	0	0	0	0,00	0,00	10,3
				20	1.710	6	6	0,02	0,30	10,3
				40	3.420	5	11	2,90	3,15	10,4
								Rotura barra per effetto del peggioramento		



Documentazione Fotografica

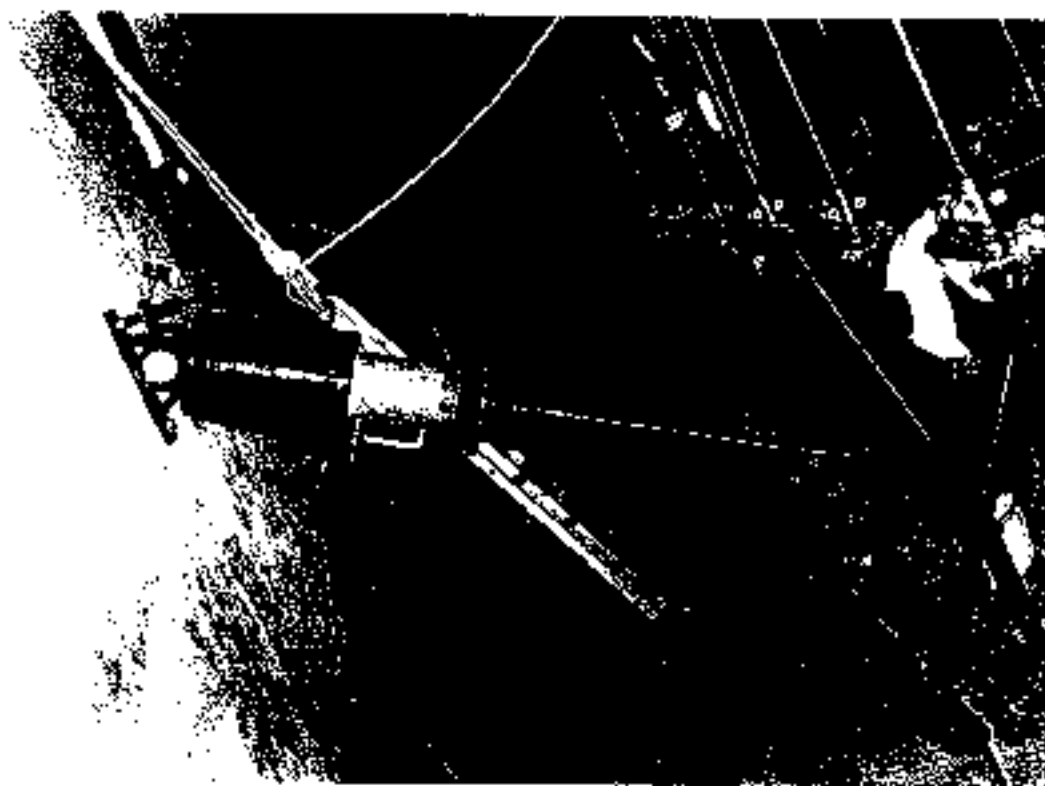


Foto 1 - Esecuzione di prova a tiro su nastro in fibra aramidica



Foto 2 - Dispositivo di ancoraggio per esecuzione di prove a tiro su barre in acciaio

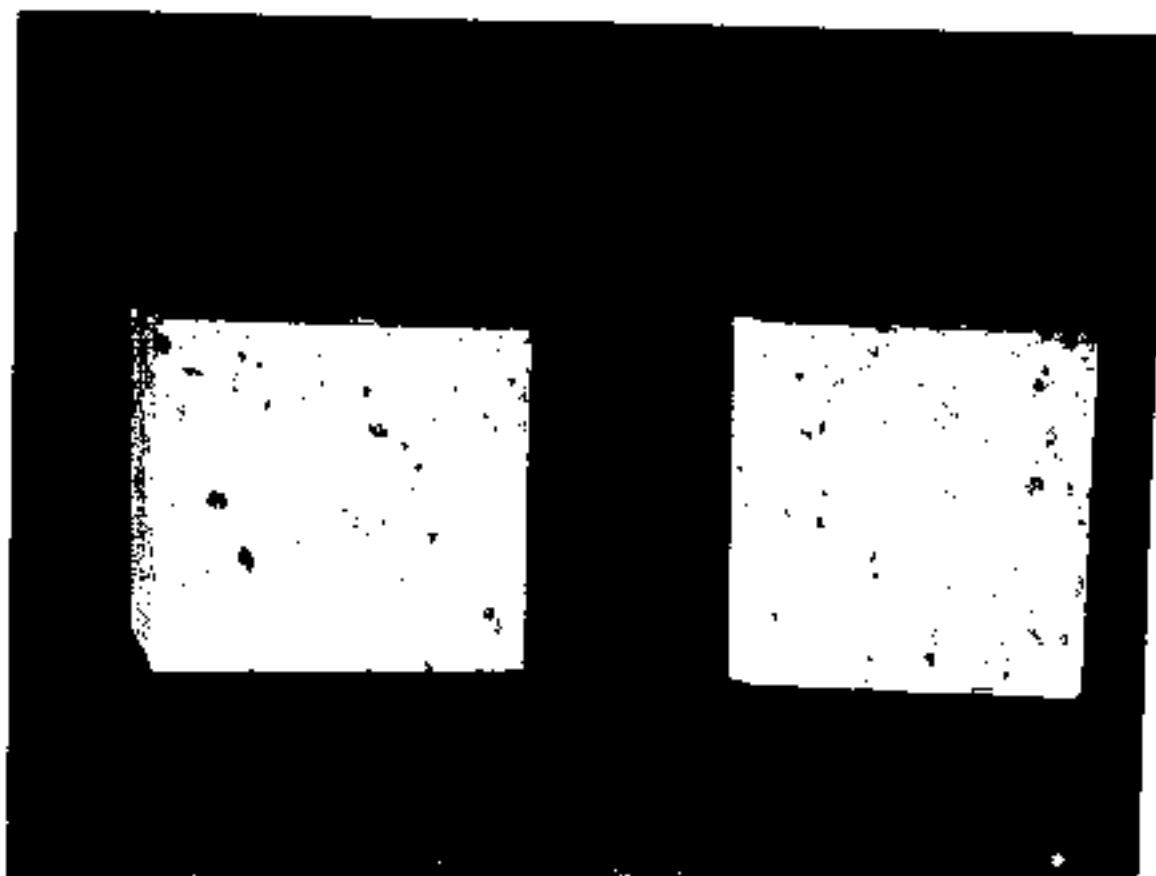


Foto 5 – Provini di tufo per prove di compressione in laboratorio



Foto 6 – Campione di malta prelevato in sito

COMPLESSO MONUMENTALE " PALAZZO FUGA "

UBICATO IN NAPOLI ALLA PIAZZA CARLO III

TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PROVE DI SFILAMENTO DELLE BARRE DI ARMATURA DEI FORI PRATICATI

NELLE STRUTTURE MURARIE VERTICALI

PROVE ESEGUITE DALLA DITTA TECNO IN

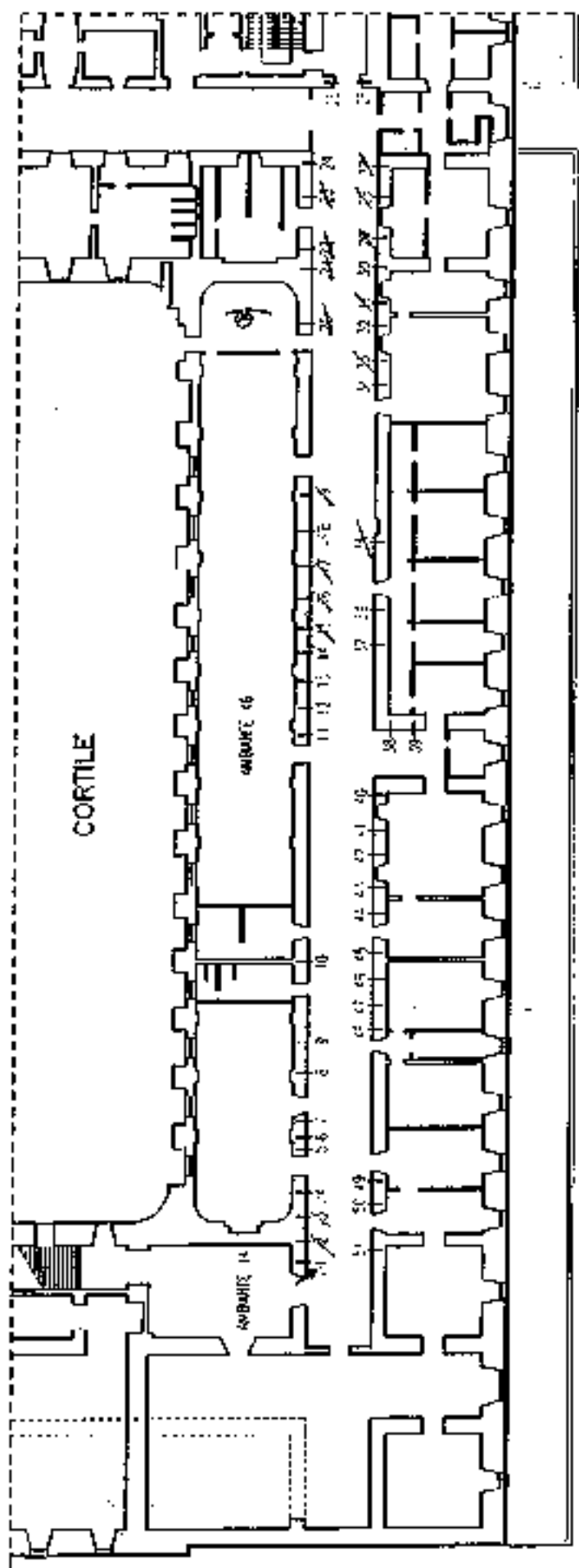
(*) Iniezione sospesa

Ø	Lungh. foro	Lungh. barra	Direzione foro	Armat. arapree	Armat. inox	Denominaz. foro	Iniezione 425	Iniezione KIMIA	Iniezione SIKA	Iniezione EMACO	Iniezione MAPEI	Assorb. Kg	N°
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 1				Resto I		30	35000
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 2				Resto I		32	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 3				Resto I		28	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 4	Cemento					15	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 5	Cemento					15	
32	160	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 6	Cemento					16	
32	160	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 7	Cemento					9	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 8	Cemento					11	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 9	Cemento					8	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 10	Cemento					5	
32	50	80	Inclinato	Ø 7,5	200.000	Foro n. 11		EP - IN				16	
32	80	110	Inclinato	Ø 7,5	200.000	Foro n. 12		EP - IN				24	
32	110	140	Inclinato	Ø 7,5	200.000	Foro n. 13		EP - IN				33	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 14	Cemento					13	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 15	Cemento					14	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 16	Cemento					18	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 17	Cemento					10	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 18	Cemento					15	
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000	Foro n. 19	Cemento					20	
32	160	200	Inclinato			Ø 12					Stabilcam	20 (*)	
32	160	200	Inclinato			Ø 12					Stabilcam	40	
32	150	200	Inclinato			Ø 12					Stabilcam	50	
32	150	200	Inclinato			Ø 12					Stabilcam	55	
32	150	200	Inclinato									9	
32	150	200	Orizzontale	14 x 4	250.000	Foro n. 24	Cemento					11	
32	150	200	Orizzontale	14 x 4	250.000	Foro n. 25	Cemento					8	
32	160	200	Orizzontale	14 x 4	250.000	Foro n. 26	Cemento					37	
32	160	200	Inclinato			Ø 12			GROUT			12,5	
32	150	200	Inclinato			Ø 12			GROUT			26	
32	150	200	Inclinato			Ø 12			GROUT			20,6	
32	150	200	Orizzontale	14 x 4	250.000	Foro n. 30	Cemento					12,5	
32	150	200	Inclinato			Ø 12			GROUT				

Ø	Lungh. foro	Lungh. barra	Direzione foro	Armat. arapree	Num. filam.	Armat. inox	Denominaz. foro	Iniez. 425	Iniez. KIMIA	Iniez. SIKA	Iniez. EMACO	Iniez. MAPEI	Assorb. Kg
32	150	200	Inclinato			Ø 12	Foro n. 32		Betonfix				60
32	150	200	Inclinato			Ø 12	Foro n. 33		Betonfix				90
32	150	200	Inclinato			Ø 12	Foro n. 34		Betonfix				40
32	150	200	Inclinato			Ø 12	Foro n. 35		Betonfix				60
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000		Foro n. 36	Cemento					22
32	150	200	Inclinato	14 x 4	250.000		Foro n. 37	Cemento					19
32	170	200	Inclinato	Ø 7,5	200.000		Foro n. 38		EP - IN				46
32	140	170	Inclinato	Ø 7,5	200.000		Foro n. 39		EP - IN				38
32	150	200	Orizzontale	14 x 4	250.000		Foro n. 40	Cemento					20,3
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 41	Cemento					10
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 42	Cemento					40
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 43	Cemento					40
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 44	Cemento					20
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 45	Cemento					125
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 46	Cemento					80
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 47	Cemento					45 (*)
32	130	180	Orizzontale	Ø 5,5	100.000		Foro n. 48	Cemento					90 (*)
32	150	200	Orizzontale	14 x 4	250.000		Foro n. 49			509			16 (*)
32	150	200	Orizzontale	14 x 4	250.000		Foro n. 50			609			16 (*)
32	150	200	Orizzontale	14 x 4	250.000		Foro n. 51			509			48 (*)

CORTILE

CORTILE



PIAZZA CARLO III

DESCRIZIONE

EP-IN è una resina epossidica fluida a due componenti a bassa viscosità con adesione strutturale a calcestruzzo, acciaio, legno, materiale lapideo, ecc. Il prodotto è privo di solventi e non presenta ritiri all'atto dell'indurimento, che avviene per reazione chimica dei due componenti. EP-IN è estremamente bagnante e penetra facilmente in fessure e microfessure (fino a 0.3 mm di spessore). Ha ottime proprietà dielettriche, proteggendo quindi le armature dalle correnti vaganti. Il prodotto viene fornito in due contenitori predosati (A + B), di cui la parte "A" è sovradimensionata per permettere con gli stessi una facile miscelazione.

IMPIEGHI

Iniezione su strutture lesionate (cemento armato, legno, muratura) per ripristinare la perfetta monoliticità strutturale ed ottenere le caratteristiche statiche necessarie; ancoraggi verticali ed obliqui con alta resistenza allo slittamento; ripristino di parti mancanti e consolidamento di strutture portanti in legno con tipologie applicative specifiche (consultare il nostro Ufficio Tecnico); ripristino di pavimentazioni in calcestruzzo in corrispondenza dei giunti di dilatazione o in zone maggiormente sollecitate.

In combinazione con KIMIFILL, viene utilizzata per ottenere malte epossidiche sparabolabili, idonee alla realizzazione di pavimentazioni continue con elevate resistenze alla compressione, all'abrasione, all'aggressione chimica e agli urti.

Consolidamento strutturale di volte in cotto e gesso, in calce a foglio (spessore 3-6 cm) anche all'isole.

Adeguamento strutturale e consolidamento di strutture in cemento armato mediante la tecnica del "Beton Plaque".

APPLICAZIONE

Le superfici interessate devono essere perfettamente asciutte (malte e calcestruzzi di nuova opera dovranno avere una stagionatura di almeno 2 settimane), prive di parti inconsistenti ed esenti da polvere, grasso, vernici e agenti distaccanti in genere. Versare il componente "B" (indurente) nel componente "A" (resina) e miscelare con trapano a basso numero di giri (200-300 al minuto) fino ad ottenere un perfetto amalgama, avendo cura di non inglobare aria durante la miscelazione.

Nel caso di miscelazioni orizzontali rispettare le proporzioni in peso (e non in volume) indicate sulle confezioni. Nel consolidamento di strutture in legno, miscelare con segatura molto fine per realizzare stuccature in vista, miscelare con KIMIFILL HM (6 KG di EP-IN con 25 Kg di KIMIFILL HM) per il ripristino di parti inconsistenti. Per lavori di iniezione, utilizzare appositi pistola MM/TL o AC/TL a pompa a bassa pressione. Nel caso di ancoraggi o riempimenti su strutture in muratura mista, dove possono verificarsi delle notevoli dispersioni, il prodotto può essere caricato con polvere KIMIFILL WR 16 in modo da renderlo meno fluido. Miscelandolo in rapporto di 1 a 10 in peso con KIMIFILL HM (una parte di EP-IN con dieci parti di KIMIFILL HM) si ottiene una malta epossidica utilizzata per pavimentazioni e per stuccature ad alta adesione e resistenza su strutture in cemento armato.

CARATTERISTICHE

Numero componenti:	2 (A + B)
Peso specifico (A + B):	1.1 kg/dm ³
Tempo di gel (200 grammi a 25°C):	25 minuti
Indurimento completo a 25°C:	7 giorni
Temperatura minima d'applicazione:	+5°C
Temperatura limite di esercizio:	30°C/+90°C
Rapporto resina/indurente:	100/50 in peso
Colore:	trasparente
Viscosità (Poises a 25°C):	8-10 (A+B)
Residuo secco:	100%
Resistenza a compressione a 7 giorni a 25 °C:	830 kg/cm ²
Resistenza a trazione a 7 giorni a 25 °C:	520 kg/cm ²

CONFEZIONI

Contenitori metallici da Kg 6 (A + B) - Contenitori metallici da Kg 18 (A+B)

CONSUMI

1.1 kg di EP-IN ogni litro di struttura da intasare

STOCCAGGIO

In contenitori sigillati e in ambiente asciutto, la sua stabilità è di 12 mesi.

AVVERTENZE

Non applicare su superfici bagnate o polverose. Le attrezzature impiegate per la preparazione e posa in opera di EP-IN devono essere pulite con SOLVENTE EPOX prima dell'indurimento. Il prodotto deve essere maneggiato con cautela; utilizzare guanti creme di protezione e occhiali per evitare il contatto con la pelle e gli occhi.

DESCRIZIONE

BETONFIX 200 è un legante idraulico espansivo ad alta resistenza. Il prodotto non contiene cloruri, né particelle ferrose, né agenti aggressivi che possano provocare il degrado delle armature e delle attrezzature metalliche. BETONFIX 200 raggiunge elevate resistenze meccaniche sia alle brevi che alle lunghe stagionature; ha una notevole fluidità, penetra facilmente in spazi anche molto piccoli e presenta un elevato potere adesivo sia al calcestruzzo che al ferro. Mescolandolo con acqua ed inerte secondo giusta curva granulometrica, si ottengono calcestruzzi ad alta resistenza meccanica e chimica, autolivellanti, a ritiro compensato, pompabili, senza fenomeni di segregazione o di bleeding. BETONFIX 200 è conforme alla normativa UNI 8147.

IMPIEGHI

BETONFIX 200 viene utilizzato nella prefabbricazione per il riempimento rigido di giunti strutturali, per l'iniezione in guaine di contenimento cavi posttesi, per il bloccaggio di tiranti e di armature metalliche (sia in muratura che in roccia), per ancoraggi, per la rigenerazione ed il consolidamento di murature miste soggette a schiacciamento. Viene inoltre utilizzato, con l'aggiunta di idonei inerti, per la preparazione di getti a stabilità volumetrica, pompabili con basso rapporto acqua/cemento, con ottime resistenze meccaniche alle brevi e lunghe stagionature (200 Kg/cm² a 24 ore e 600 Kg/cm² a 28 gg a 20 °C), con elevate resistenze contro le aggressioni chimiche provocate dai sali.

APPLICAZIONE

BETONFIX 200 può essere utilizzato pronto all'uso con semplice aggiunta di 4,5/5 litri d'acqua potabile per ogni confezione da 20 kg e intietato con normali attrezzature. Utilizzato come legante per realizzare calcestruzzi di qualità, BETONFIX 200 deve essere miscelato con inerti lavati in giusta curva granulometrica, dosato a 400-500 Kg/mc e impastato con acqua potabile fino ad ottenere la consistenza voluta (rimanere comunque in un rapporto acqua/cemento inferiore al 0,5). Il supporto deve essere pulito e consistente. Bagnare a saturazione la zona da trattare avendo cura di eliminare, al momento del getto, eventuali ristagni di acqua. Mescolare il prodotto per almeno cinque minuti con betoniera o, nel caso di piccoli impasti, con trapano e frusta. Introdurre i 3/4 di acqua necessaria e, di continuo il prodotto e la restante acqua fino ad ottenere la consistenza voluta. Ottenuto un impasto omogeneo e privo di grumi, colare o iniettare con normali attrezzature. Non eseguire getti con temperatura inferiore a 2°C.

CARATTERISTICHE

Tempo di inizio presa a 20°C:	3.00-3.30 ore	
Tempo di fine presa a 20°C:	4.30-5.00 ore	
Resistenze meccaniche del solo prodotto:	compressione	flessione
a 24 ore	340 kg./cm ²	92 kg./cm ²
a 7 gg	530 kg./cm ²	129 kg./cm ²
a 28 gg	710 kg./cm ²	170 kg./cm ²
Valore del PH:	12/13	
Modulo elastico a 28 gg.:	228.000 kg/cm ²	
Espansione contrastata (UNI 8147):	0,075% a 28 gg.	
Resistenza allo sfilamento (pull-out):	Le prove sono state effettuate con barre in acciaio ad aderenza migliorata di diametro 16 mm annegate in un cilindro di Betonfix 200 per 160 mm. Dopo 28 gg di stagionatura a 20°C il risultato è di 12.500 kg.	

CONFEZIONI

Sacco multistrato polietilene da Kg 20. Boncale da Kg 1.200.

CONSUMI

Come bincoo pronto all'uso: 1,5 kg ogni litro di struttura da riempire.

Come legante in sostituzione del cemento per ottenere calcestruzzi di qualità: 400-500 Kg/mc.

STOCCAGGIO:

Evitare l'umidità. Immagazzinare il prodotto in luogo riparato ed asciutto. In queste condizioni ed in contenitori integri, la sua stabilità è di 6 mesi.

AVVERTENZE:

Non mescolare nell'impasto altri leganti (cemento, calce, gesso). Verificare prima dell'uso l'integrità della confezione e non utilizzare il prodotto con presenza di grumi. Utilizzare tutto il materiale una volta aperta la confezione. Non rimescolare il prodotto aggiungendo acqua una volta che ha iniziato la presa. Prendere tutte le necessarie precauzioni per una buona manutenzione del giunto. Evitare che il prodotto sia in contatto con oli, grassi, acidi, alcali, ecc. Evitare che il prodotto sia in contatto con oli, grassi, acidi, alcali, ecc.



Master Builders
Technologies

EMACO® RESTO I

Legante idraulico inorganico, privo di cemento, indicato per il confezionamento di miscele da iniezione per il consolidamento delle strutture in muratura.

Descrizione e campi di applicazione

EMACO RESTO I è uno speciale legante idraulico inorganico, privo di cemento, a base di calce naturale, materiali ad elevata azione pozzolanica, speciali attivatori ed additivi superfluidificanti. ~~Indicato per il confezionamento di miscele da iniezione per il consolidamento delle strutture in muratura e il ripristino delle parti portanti del paramento murario.~~

Le miscele da iniezione confezionate con EMACO RESTO I sono caratterizzate da un'elevata fluidità, totale assenza di bleeding, modesto sviluppo di calore di idratazione e caratteristiche meccaniche compatibili con le strutture in muratura.

EMACO RESTO I è assolutamente privo di cemento e non reattivo nei confronti dei solfati eventualmente presenti nella struttura muraria, risultando così compatibile chimicamente con la muratura.

Per facilitare la penetrazione e lo scorrimento di EMACO RESTO I nelle cavità interne di strutture murarie molto compatte si consiglia inoltre, in sostituzione del lavaggio con acqua l'utilizzo del coadiuvante di iniezione VELOSEAL, soluzione acquosa di polimeri di origine naturale ad azione filmogena.

L'uso di VELOSEAL consente di evitare prolungate pressurizzazioni, di uniformare e ridurre l'assorbimento d'acqua da parte del sottofondo e di consolidare anche le sottili cavità.

VELOSEAL, per la sua natura chimica, non reagisce con i materiali preesistenti ed è quindi compatibile con l'ambiente di intervento.

Le cause del degrado delle murature consolidate con iniezioni di cemento.

Molti interventi di consolidamento e ripristino delle murature negli edifici storici eseguiti iniettando miscele a base di cemento si sono rivelati infruttuosi.

L'insuccesso è consistito nel peggioramento dello stato della muratura proprio in seguito alle iniezioni di cemento. La causa di tale peggioramento si può spiegare con la non perfetta compatibilità chimica tra i materiali impiegati originariamente e quelli utilizzati per il restauro.

Le azioni di degrado di natura chimica sono molto frequenti; esse sono sostanzialmente riconducibili alla contemporanea presenza di umidità e sali solfatici presenti nelle murature, e composti di idratazione presenti nelle miscele a base cementizia.

Pure nella loro complessità, le reazioni chimiche coinvolte tra le iniezioni di miscele da una parte, ed i materiali da costruzione dall'altra, sono tutte riconducibili alla

formazione di due composti (ettringite $C_3A \cdot 10CaSO_4 \cdot 12H_2O$ e idrati di $CaCO_3$, $CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O$) che provocano rigonfiamenti, fessurazioni e distacchi fino ad arrivare alla completa distruzione dei materiali impiegati.

L'originale chimica dell'EMACO RESTO I

EMACO RESTO I è uno speciale legante idraulico non cementizio, inorganico a base di materiali ad elevata azione pozzolanica, speciali attivatori ed additivi superfluidificanti.

Per la sua chimica EMACO RESTO I risulta inattaccabile da parte delle sostanze aggressive comunemente presenti nelle strutture murarie quali solfati e cloruri.

Durante il processo di idratazione EMACO RESTO I ha inoltre la capacità di legare e stabilizzare nel suo reticolo ionico un gran numero di composti chimici e pertanto di impedire successive potenziali reazioni degenerative quali ad esempio la reazione alcali-aggregati.

Il processo di idratazione altresì evidenzia un bassissimo calore di idratazione (non supera i 45 °C) che consente di evitare quindi pericolosi shock termici alle murature.

La peculiare formulazione consente quindi di affermare che EMACO RESTO I è compatibile con l'ambiente sia dal punto di vista chimico (non è soggetto a reazioni degenerative con gli aggressivi contenuti nei materiali preesistenti quali solfati, sali ed umidità) che meccanico (i parametri di resistenza a compressione, modulo di elasticità, e coefficiente di dilatazione termica sono paragonabili ai valori caratteristici delle murature).

Prestazioni caratteristiche

(T = 20 °C, Ur > 90 %)

Fluidità (Cone di Marsh)	
ASTM 939/87	
Iniziale	< 30 secondi
Dopo 60 minuti	< 40 secondi
Temperatura massima di idratazione	
Calorimetro adiabatico	< 45 °C
Modulo di elasticità	
UNI 6556	< 15000 MPa
Resistenza a compressione	
UNI EN 196/1	28 gg > 10 MPa
Reattività ai solfati	
Saggio di Anstett (espansione)	< 1,5 %

benefici

- Elevata fluidità in assenza di bleeding.
- Ottimo mantenimento della lavorabilità.
- Elevata compatibilità chimica e meccanica con la struttura esistente.
- L'uso di VELOSEAL consente di evitare prolungate pressaturazioni, di uniformare e ridurre l'assorbimento d'acqua da parte del sottofondo e di consolidare anche le sottili cavità.
- Bassissimo calore di idratazione.
- Consente di prolungare la vita di servizio di un'opera muraria o di riqualificarne le prestazioni al fine di un adeguamento d'esercizio.

Indicazioni applicative

Iniezione

Esecuzione di iniezioni all'interno delle murature con EMACO RESTO I non richiede l'utilizzo di attrezzature o modalità particolari in confronto con le normali miscele da iniezione.

La procedura da utilizzarsi nella realizzazione delle iniezioni può essere la seguente:

Esecuzione a quincice di fori di diametro variabile tra 20 e 40 mm ad interasse dipendente dalla tessitura e dalla consistenza della massa muraria, utilizzando bitrezzi a semplice rotazione.

Posizionamento in ogni foro dei tubi di iniezione di diametro 15 - 20 mm ed introdotti nella struttura per 10 - 15 cm.

Fissaggio dell'iniettore.

Sigillatura delle lesioni sulla superficie della struttura da iniettare.

Lavaggio preliminare fino a rifiuto, della rete di canalicoli con acqua a bassa pressione (max 1 atm), per saturare il sottofondo, migliorare la penetrazione della miscela consolidante, ridurre l'assorbimento d'acqua presente nella miscela ed evitare la prematura disidratazione della stessa.

- Nel caso di muratore compatto si consiglia di utilizzare VELOSEAL, in sostituzione del lavaggio con acqua.
- Il lavaggio può essere fatto iniettando il materiale per gravità a partire dai fori più alti fino alla fuoriuscita nei fori sottostanti.
- Mescolare EMACO RESTO I con sola acqua, in quantità sufficiente ad ottenere la fluidità richiesta.
- Indicativamente, mescolando EMACO RESTO I con il 35% in peso d'acqua (circa 5 litri di acqua per sacco da 15 kg), si ottiene una miscela priva di bleeding e assai fluida (tempo di svuotamento del Flow Cone: 30 secondi).
- Iniettare la miscela a pressioni limitate a seconda dello stato della struttura muraria, partendo dai fori situati nella parte inferiore del paramento murario fino alla totale fuoriuscita del materiale dai fori superiori.

Si raccomanda di non impiegare EMACO RESTO I per il confezionamento di malte e di non mescolarlo con altri leganti quali cemento Portland, cemento pozzolanico, cemento d'altoforno, calce idraulica, calce idrata, ecc. al fine di non pregiudicare l'efficacia dell'intervento.

2. Resa

Occorrono circa 1.400 kg di EMACO RESTO I per 1 m³ di miscela da iniezione.

Con un sacco da 15 kg si ottengono circa 11 litri di miscela.

Confezione e stoccaggio

EMACO RESTO I è disponibile in sacchi 15 kg. Si consiglia di conservare il prodotto in luogo coperto ed asciutto. Non usare il prodotto se il sacco è danneggiato. VELOSEAL è disponibile in fusti da 208 litri e taniche da 25 litri.

EMACO RESTO I e VELOSEAL sono marchi registrati.

© 1992/1993 la Mapei S.p.A. opera in regime di Sistema Qualità Certificato conforme alla UNI-EN ISO 9001.

Per informazioni si consulti il Tecnico di zona della Mapei S.p.A.

Mapei S.p.A.

1 - Terni Advanced Concrete

1 - 30 Treviso Italy Via Vecinale delle Corti

tel. 0422/304251 Fax. 0422/300806-421802

I consigli tecnici e ambientali forniti, verbalmente o per iscritto, circa l'usabilità d'uso o di impiego dei nostri prodotti, corrispondono allo stato attuale delle nostre conoscenze scientifiche e tecniche e non comportano l'assunzione di alcuna nostra garanzia o responsabilità sul risultato finale della lavorazione con impiego dei nostri prodotti. Siamo disponibili, quindi, a ricevere informazioni e responsabilità tecniche di carattere industriale dei nostri prodotti per l'uso e gli scopi che li riguardano.

La presente edizione annulla e sostituisce ogni altra precedente. Edizione 1993.

S.M. Mapei
L. Longoni e L. Barabesi

781/8.98

Numero 425
o.d.l. 11.10

EXPANFLUID

**ADDITIVO ESPANSIVO PER IL
CONFEZIONAMENTO DI BOIACCHE
FLUIDE ED ANTIRITIRO PER INIEZIONI**

DESCRIZIONE

EXPANFLUID è un additivo espansivo in polvere da aggiungere al cemento per il confezionamento di boiacche da iniezione superfluida, pompabile ed antiritiro.

CAMPI DI APPLICAZIONE

EXPANFLUID può essere vantaggiosamente utilizzato nei seguenti campi applicativi.

- confezionamento di boiacche per il riempimento delle guaine di contenimento dei cavi di post-tensione nel calcestruzzo precompresso;
- confezionamento di boiacche per l'ancoraggio di armature, tiranti o chiodi nel calcestruzzo e nella roccia;
- confezionamento di boiacche per il riempimento di cavità e fessure nella roccia o nel calcestruzzo degradato.

CARATTERISTICHE TECNICHE

EXPANFLUID è un additivo in polvere con azione superfluidificante ed espansiva da miscelare con cemento ed acqua per ottenere boiacche da iniezione di elevata fluidità (sciolimento al cono di Marsh <30 sec.) e con prolungato mantenimento della pompabilità.

L'utilizzo di EXPANFLUID consente di produrre boiacche per le iniezioni nelle guaine di elementi in cemento armato precompresso rispondenti alla normativa italiana (legge N° 1086) ed alle raccomandazioni europee (CEB FIP).

L'effetto espansivo di EXPANFLUID è in grado di annullare completamente il ritiro idraulico e di conferire un'espansione sia in fase plastica che di indurimento. L'espansione finale è valutabile in 200+800 µm/m, in funzione del tipo di cemento e del rapporto A/C utilizzati.

EXPANFLUID, inoltre, permette di contenere il volume d'acqua essudata (bleeding) al di sotto dei limiti fissati dalla Legge N° 1086 e dalle raccomandazioni CEB FIP.

DATI TECNICI

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO

Consistenza:	polvere
Colore:	grigio
Peso specifico:	2,67 kg/l
Residuo solido:	100%
Conservazione:	12 mesi in imballi originali in luogo asciutto
Pericolosità sec. CEE 68/379:	si irritante (può causare gravi lesioni oculari)
Inflamrabilità:	no
Voce doganale:	3824 40 00

DATI APPLICATIVI

Rapporto d'impasto: - per boiacca da iniezione:	100 parti in peso di cemento con 30+38 parti d'acqua e 3+5 parti in peso di EXPANFLUID
--	--

Esempio di impasto per boiacca da iniezione:

Cemento (tipo CEM I 52,5 R):	1410 kg/m³
Acqua:	518 kg/m³
Rapporto A/C:	0,37 kg/m³
EXPANFLUID (5%):	72 kg/m³

Flow-Cone (CEB-C-79-77):	> 90 secondi
--------------------------	--------------

Peso specifico:	2,00 kg/l
-----------------	-----------

Acqua essudata (Bleeding):	assente
----------------------------	---------

Tempo di presa a 38°C su boiacca di cemento additivata con EXPANFLUID al 5% e preparata con 37% di acqua:	inizio presa >3 ore fine presa <6 ore
---	--

Resistenza a compressione:	1 giorno > 40 N/mm² 7 giorni > 60 N/mm² 28 giorni > 75 N/mm²
----------------------------	--

Espansione contrastata (2 gg) secondo norma UNI 9147:	300+400 µm/m
---	--------------

 **MAPEI**

DATI TECNICI:

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO

Aspetto:	polvere
Colore:	grigio chiaro
Tenore in ossigeno secco:	100%
Azione principale:	espansiva, per il confezionamento di calcestruzzo a matita e ritiro controllato
Azione collaterale:	miglioramento dell'impermeabilità
Cloruri:	assenti
Conservazione:	12 mesi negli imballi originali sigillati
Norma sec. 88379 CEE:	si - si raccomanda di non respirare la polvere ed evitare ogni contatto con gli occhi
Inflammabilità:	no
Voce doganale:	3824400000

DATI PRESTAZIONALI DELL'EXPANCRETE IN CALCESTRUZZO*

Dosaggio EXPANCRETE % in peso sul cemento:	8
Dosaggio MAPEFLUID M310 % in volume sul cemento:	1
Rapporto A/C:	0,51
Al/Ac ¹ :	0,73
Lavorabilità: slump cm:	20
Resistenza meccanica a compressione (MPa):	
- dopo 24 ore:	16
- dopo 7 giorni:	30
Grado di espansione (matificazione in ambiente umido):	
- dopo 24 ore:	278 µm
- dopo 7 giorni:	350 µm

* Valori ottenuti su un calcestruzzo con 340 kg/m³ di cemento CEM I/A - L 42,5 con aggregati frantumati (diametro massimo: 25 mm).
 Al = area del ferro d'armatura
 Ac = area della sezione del calcestruzzo

peso massima.

Una buona regola è quella di aggiungere l'additivo superfluidificante, mediante dosatore automatico, quando è già stata introdotta almeno la metà dell'acqua prevista.

DOSAGGIO

EXPANCRETE può essere utilizzato nel dosaggio del 5-8% sul peso del cemento (5-8 kg per quintale di cemento). La scelta del dosaggio deve essere fatta in funzione del grado di espansione che si vuole conferire alla matita o al calcestruzzo.

stagionatura ed espansione
 L'espansione del calcestruzzo additivato

con EXPANCRETE può avvenire solo se la stagionatura viene fatta in ambiente umido.

Generalmente lo sviluppo totale dell'espansione si verifica nei primi 2 giorni. Naturalmente, più lunga è la stagionatura umida, migliori saranno le prestazioni del calcestruzzo contenente l'EXPANCRETE.

Si consiglia perciò di effettuare frequenti bagnature del getto con acqua oppure di coprirlo con fogli di plastica per i primi 7 giorni oppure di applicare MAPECURE E, prodotto antievasaporante in emulsione acquosa, purché non sia previsto un successivo rivestimento (intonaci, vernici, piastrelle ceramiche, ecc.).

Compatibilità con altri prodotti

Naturalmente l'EXPANCRETE è compatibile con altri prodotti per la produzione di calcestruzzi speciali ed in particolare:

- additivo in polvere MAPEFLUID P2500 a base di microsilice e superfluidificante per la produzione di calcestruzzi "top-quality" per resistenza meccanica, impermeabilità e durabilità;
- cenere volante per la produzione di calcestruzzi con pozzolane autolisciate;
- additivi fluidificanti e superfluidificanti della linea MAPEPLAST, MAPEMIX e MAPEFLUID;
- disarmanti della Mapei (DISARMANTE DMA 1000 e DISARMANTE DMA 2000 per la sfornitura del calcestruzzo dai casseri);
- stagionante MAPECURE E, crema Mapei per la protezione dalla rapida evapotranspirazione dell'acqua di impasto da strutture in calcestruzzo non esposte (pavimentazioni).

Pulizia

Le attrezzature utilizzate per miscelare e porre in opera i calcestruzzi e le matite addivate con l'EXPANCRETE possono essere lavate con acqua.

CONFEZIONI

EXPANCRETE viene fornito in fustini da 20 kg.

IMMAGAZZINAGGIO

EXPANCRETE va conservato negli imballi originali chiusi, in luogo asciutto



AVVERTENZE

Le indicazioni e le prescrizioni sopra riportate, pur corrispondendo alla nostra migliore esperienza sono da ritenersi, in ogni caso, puramente indicative e dovranno essere confermate da esaurienti applicazioni pratiche; pertanto, prima di adoperare il prodotto, chi intende farne uso è tenuto a stabilire se esso sia o meno adatto all'impiego previsto, e comunque assume ogni responsabilità che possa derivare dal suo uso.

N.B. PRODOTTO SOLO AD USO PROFESSIONALE



MAPEI®

203/5.97

STABILCEM

**LEGANTE CEMENTIZIO ESPANSIVO
SUPERFLUIDO PER OTTENERE
BOIACCHE DA INIEZIONE, MALTE,
BETONCINI E CALCESTRUZZI**

CAMPI DI APPLICAZIONE

Preparazione di boiacche di consolidamento, malte e calcestruzzi pompabili a ritiro controllato e ad alta resistenza meccanica.

Esempi tipici di applicazione

- Riempimento mediante colatura o iniezione di cavità e lesioni in murature disassate e roccia.
- Calcestruzzi a ritiro controllato di sottofondazioni.
- Calcestruzzi e betoncini fluidi a ritiro controllato non segreganti per riempimenti di giunzioni rigide.

CARATTERISTICHE TECNICHE

STABILCEM è un legante in polvere a alta reattività e additivi speciali da impiegare in sostituzione del normale cemento per ottenere boiacche, malte e calcestruzzi di elevata qualità.

- L'impiego di STABILCEM consente di:
- produrre malte e calcestruzzi fluidi, non segregabili con un basso rapporto acqua-cemento;
 - produrre calcestruzzi con elevata resistenza meccanica a compressione anche a breve scadenza;
 - avere calcestruzzi e malte a ritiro controllato perché accuratamente stagionati in ambiente umido per i primi 2-3 giorni;
 - ottenere boiacche prive di bleeding e di ritiro.

STABILCEM non contiene aggregati metallici.

CONTROINDICAZIONI

- Non impiegare STABILCEM per ancoraggi di precisione (usare MAPEFILL).
- Non impiegare STABILCEM per ripristini strutturali (usare MAPEGROUT COLABILE o MAPEGROUT TISSOTROPICO).
- Non utilizzare STABILCEM se il sacco è danneggiato.

MODALITÀ DI APPLICAZIONE

Preparazione del sottofondo

Il sottofondo deve essere perfettamente pulito e solido.

Punti friabili o in fase di distacco,



polvere, lattime di cemento, tracce di olio disarmante devono essere eliminati mediante accurata spazzolatura o lavaggio con acqua in pressione. Prima del getto, la superficie deve essere bagnata a saturazione con acqua.

Nel caso di iniezioni di consolidamento si deve procedere, dopo aver eseguito i fori, a lavare abbondantemente con acqua le porosità interne, partendo dall'alto per permettere alla polvere od alle particelle poco aderenti di uscire dai fori sottostanti.

Il lavaggio deve essere eseguito più volte al fine di ottenere la totale pulizia della superficie interna.

Preparazione dell'impasto

- **Boiacca da iniezione:**
Introdurre nel miscelatore 6,6 - 7,1

litri di acqua. Quindi, sotto agitazione agghiogare 1 sacco di kg 22 di STABILCEM.

Miscelare per qualche minuto fino ad ottenere una boiacca fluida senza grumi.

- **Malte, betoncini e calcestruzzi:**
Introdurre in betoniera la quantità di acqua necessaria per ottenere la consistenza desiderata, quindi STABILCEM ad inertii.

Miscelare fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Applicazione dell'impasto

- **Boiacca da iniezione:**
Dopo aver valutato se la muratura è in grado di sopportare l'iniezione (in

 **MAPEI**

caso contrario rinforzare la muratura con due pareti assiate collegata fra loro da tiranti, installare nei tubicini, precedentemente predisposti, iniettando dai fori più bassi alla pressione di circa 1-2 atmosfere.

Malta, betoncini e calcestruzzi:
A seconda del tipo di lavoro e della consistenza scelta, la posa in opera può essere fatta con i sistemi tradizionali (colaggio, o cozzuola, ecc.) oppure con pompa per calcestruzzo su sottelondo saturato con acqua.

Per sfruttare al meglio le proprietà espansive, si consiglia di porre in opera l'impasto il più presto possibile.

La superficie esposta all'aria, dopo il getto, deve essere protetta dall'evaporazione dell'acqua per evitare la comparsa di fessurazioni superficiali.

Coprire con teli umidi e spruzzare acqua sulla superficie durante i primi giorni di indurimento.

Utilizzo

I attrezzi impiegati per la preparazione e la posa di boiacche, malte, betoncini e calcestruzzi con STABILCEM possono essere puliti, prima della presa, con acqua. Dopo l'indurimento, la pulizia può essere fatta solo meccanicamente.

CONSUMI

Sacco da iniezione: 1,6 kg per litro di cavità da riempire
Malte e betoncini: 400 + 500 kg/m³
Calcestruzzi: 300 + 400 kg/m³

CONFEZIONI

Prodotto è disponibile in sacchi di 25 da kg 22.

IMMAGAZZINAGGIO

STABILCEM, conservato in ambiente asciutto e nella confezione originale, è stabile per almeno 6 mesi.

AVVERTENZE

Le indicazioni e le prescrizioni sopra riportate, pur corrispondendo alla nostra migliore esperienza sono da considerarsi, in ogni caso, puramente indicative e dovranno essere confermate da esaurienti applicazioni pratiche, pertanto, prima di adoperare il prodotto, chi intende farne uso è tenuto a stabilire se esso sia o meno adatto all'impiego previsto, e comunque assume ogni responsabilità che possa derivare dal suo uso.

N.B. PRODOTTO SOLO AD USO PROFESSIONALE

DATI TECNICI:

Conforme alle norme:

UNI 7044/72 - UNI 8147/80 - UNI 8996/89
UNI 9438/89 - UNI 6395/72

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO

Consistenza:	polvere
Colore:	grigio
Peso specifico apparente:	0,97 kg/l
Residuo solido:	100%
Conservazione:	6 mesi in imballi originali in luogo asciutto
Attività sec. CIE 88/379:	no
Inflammiabilità:	no
Classificazione degenerate:	3823/5090/0

DATI APPLICATIVI

Rapporto d'impasto:	100 parti in peso di STABILCEM con 30-32 parti d'acqua
— per malta da iniezione:	—
— per malta, betoncini e calcestruzzi:	Vedere tabella n. 1
Tempo di presa su balacca preparata con 32% di acqua:	4 ore inizio presa 5 ore fine presa

PRESTAZIONI FINALI:

Caratteristiche meccaniche della malta confezionata con STABILCEM

Le prove sono state eseguite su malta plastica. I valori sono stati determinati su prismi di 4x4x16 cm confezionati e stagionati secondo le modalità previste dal DM 3 Giugno 1968.

Composizione di impasto:	Acqua d'impasto gr 209 STABILCEM gr 450 Sabbia normalizzata gr 1350
Spandimento UNI 7044-72:	173%
Peso specifico:	2,23 kg/l
Acqua assorbita (Bleeding):	assente
Resistenza a compressione:	1 giorno 23,7 N/mm ² 3 giorni 37,1 N/mm ² 7 giorni 44,5 N/mm ² 28 giorni 60,0 N/mm ²
Resistenza a flessione:	1 giorno 5,1 N/mm ² 3 giorni 6,2 N/mm ² 7 giorni 7,1 N/mm ² 28 giorni 9,1 N/mm ²

Caratteristiche meccaniche gr balacca di STABILCEM (DM 3 Giugno 1968)

Composizione impasto:	STABILCEM gr. 2000 Acqua gr. 600
Flow-cone (CDR-C-79-77):	30 secondi
Peso specifico:	2,11 kg/l
Resistenza a compressione:	1 giorno 30,0 N/mm ² 7 giorni 54,0 N/mm ² 28 giorni 70,0 N/mm ²
Resistenza a flessione:	1 giorno 5,0 N/mm ² 7 giorni 8,0 N/mm ² 28 giorni 9,0 N/mm ²
Espansione in fase plastica secondo norma UNI 8996/89:	≥ 0,3%
Espansione contrastata secondo norma UNI 8147/80:	≥ 0,1%

TAB. 1 - Composizioni indicative di impasti con STABILCEM (dosati per l'm³ di impasto)

Dimensione max. inerte	5 mm	8 mm	15 mm	15 mm	25 mm	25 mm	38 mm	38 mm
	plastica	fluida	plastica	fluida	plastica	fluida	plastica	fluida
STABILCEM kg/m ³	550	500	400	450	350	350	300	300
Sabbia kg/m ³	1270	1270	1060	1060	840	825	780	760
Gravillone kg/m ³	—	—	240	210	670	610	580	560
Gravillone kg/m ³	—	—	—	—	415	410	370	350
Acqua litri/m ³	223	263	210	230	180	192	145	165



Questa è la marchio
dei prodotti di
SISTEMI DI
QUALITÀ NAPI

STABILCEM

IL FARMACO MONDIALE DI COSTRUZIONI

Scheda tecnica 03.05

SikaGrout® Tixotropico



malta fine espansiva pronta all'uso per iniezione ed intasamenti

Descrizione

SikaGrout Tixotropico, è una malta cementizia di granulometria fine (0-0,3 mm) ad effetto espansivo, consistenza tixotropica, pronta all'uso, specifica per iniezioni ed intasamenti volumetricamente stabili.

Campi di impiego

SikaGrout Tixotropico è il prodotto specifico per l'ancoraggio di barre, tiranti e chiodature in fori orizzontali, inclinati o in contropendenza, grazie al marcato effetto tixotropico che ne impedisce la fuoriuscita dalla sede.

Vantaggi

- Facilmente pompabile o iniettabile pur avendo consistenza pastosa o plastica.
- Aumento di volume controllato che assicura una aderenza perfetta dei tiranti lungo tutta la lunghezza del foro, senza generare tensioni meccaniche pericolose.
- Elevate resistenze meccaniche a breve e lunga stagionatura, con possibilità di rapido serraggio dei bulloni.
- Inoffensivo nei confronti delle armature metalliche
- Ottima aderenza al ferro, al calcestruzzo e alla roccia.
- Limitati sfridi grazie al comportamento tixotropico.

Modalità di impiego

Miscelare con acqua fino ad ottenere la giusta lavorabilità: 18%+22% circa sul peso del prodotto (4,5+5,5 l)

Tempo di miscelazione: circa 5 minuti per ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi.

Il quantitativo di acqua è variabile e dipende dalla temperatura.

Norme di sicurezza

Non si prevedono particolari precauzioni.

Si consiglia comunque di proteggere mani ed occhi adottando le ordinarie misure di sicurezza tipiche di ogni impasto cementizio (guanti ed occhiali protettivi).

Caratteristiche tecniche

Descrizione: malta fine espansiva tixotropica per iniezione

Confezione: in sacchi multistrati da kg 25

Quantità di acqua per 1 kg: cc 180 + 220

Quantità di acqua per 25 kg: l 4,5 + 5,5

Rapporto Acqua/SikaGrout Tixotropico: 0,18 + 0,22

Spandimento Tavola a scosse UNI 7044 85 %

Impasto con rapporto

Acqua/SikaGrout Tix=0,20

Consumo: 1,8 kg/l di volume riempito

Peso specifico 1000 gr SikaGrout Tix. kg/l 2,160

+ 200 cc H₂O

Peso specifico apparente: kg/l 1,210

Espansione ASTM 827: h 1/4 1 4 8

% +0,6 +1 +0,8 +0,8

gg. 1 3 7 28

% +0,78 +0,78 +0,76 +0,76

Resistenza a flessione: gg. 7h 1 3 7 28

N/mm² 1,2 6 7,7 11,7 12,6

Resistenza a compressione: gg. 7h 1 3 7 28

$$E = 5700 \sqrt{f_{ck}} = 5700 \sqrt{12} =$$

N/mm² 2,1 38 59 67 72

Conservazione: negli imballi ben chiusi, se conservati all'asciutto: almeno 6 mesi.

Sika Italia S.p.A.

20123 Milano - Via E. De Amicis 44 - Tel. 02.72126.1 Fax 02.8055649
Stabilimenti: Como Rebbio e Cerano (NO)

Scheda tecnica 07.98

Sikadur® 50

resina sintetica per iniezioni

Descrizione

Resina liquida per iniezioni a 2 componenti, esente da solventi, a base di resine epossidiche.

Campi d'impiego

Prodotto specifico per il riempimento e incollaggio strutturale di fessure, crepe o giunti rigidi, mediante la tecnica della iniezione a bassa pressione. Adattata a collegare monoliticamente materiali differenti quali calcestruzzo, pietra, acciaio, legno, laterizio.

Utilizzabile in:

- Ponti, gallerie.
- Opere industriali.
- Pilastri e travi.
- Pavimenti industriali.

Vantaggi

- Elevata fluidità.
- Inglobamento senza dilatazione volumetrica.
- Applicabile anche a basse temperature (fino a +5°C).
- Forti resistenze meccaniche alle brevissime stagionature.
- Basso modulo elastico.
- Impenetrabile ai gas e all'acqua.

Modalità d'impiego

Sottofondo

Deve presentarsi pulito e sano, esente da grasso ed olio, da vecchie pitture e da agenti di separazione.

Sabbiare il sottofondo in calcestruzzo, matita, pietra, lavare ad alta pressione e soffiare con aria compressa le fessure. Realizzare una serie di fori di diametro appropriato lungo la linea della fessura oggetto di iniezione, per ospitare gli specifici tubetti di iniezione: la distanza dei tubetti di iniezione è in funzione dell'andamento della fessura, della sua ampiezza e profondità, della temperatura dell'aria. Posizionare i tubetti di iniezione entro i fori praticati, fissandoli con l'apposito stucco adesivo epossidico Sikadur 33. Stappare i tratti intermedi della fessura con lo stesso Sikadur 33 per realizzare un circuito di iniezione chiuso.

Miscelazione

Inbelleggi predosati: versare completamente il comp. B nel comp. A. Miscelare a basso numero di giri (max 250 giri/min) fino a quando il liquido, inizialmente torbido, diviene chiaro. Non includere aria durante la miscelazione.

Applicazione

Introdurre la miscela A+B nella specifica attrezzatura e incominciare l'intasamento del circuito di iniezione, partendo dal punto più basso fino alla fuoriuscita di resina dal tubicino superiore. Chiudere il tubetto dal quale è fuoriuscita la resina fluida, posizionare l'attrezzatura di iniezione nel medesimo tubetto e riprendere.

Intasamento: procedere in questo modo fino al reflusso di resina dal tubetto del circuito di iniezione posto a quota più elevata.

Consumo: in funzione del peso specifico (1,1 kg/l)

Pulizia : pulire subito gli attrezzi da lavoro, compresa la pompa di iniezione, con Diluente K.

Il materiale indurito può essere asportato solo meccanicamente.

Avvertenze

Applicabile su sottofondi di calcestruzzo asciutto.

Temperatura minima del calcestruzzo 5-10°C a seconda della larghezza e della profondità della fessura

Temperatura massima del sottofondo: +30°C.

Larghezza massima delle fessure: 5 mm.

Impiegare basse pressioni di iniezione (2-3 Bar massimo).

Per poter assimilare il prodotto a rifiuto solido urbano, miscelare con spugna o altro il residuo del comp. B con il comp. A.

Norme di sicurezza

Misure di protezione

Il prodotto può irritare la pelle e gli occhi. Indossare indumenti protettivi (guanti, occhiali). Prima dell'inizio del lavoro, spalmare le mani con una crema di protezione. In caso di contatto con gli occhi o con la mucosa, lavarsi a fondo con acqua pulita e recarsi immediatamente dal medico.

Ecologia

I componenti A e B possono inquinare le acque. Si deve perciò impedire che giungano nelle canalizzazioni o nei corpi d'acqua o che penetrino nel suolo. I resti di Sikadur 50 e di Diluente K devono in ogni caso essere smaltiti secondo le prescrizioni di legge.

Caratteristiche tecniche

Devotazione resina per iniezioni a 2 componenti, esente da solventi, liquida, a base di resine epossidiche

Densità (20°C) comp. A 1,1 kg/l

comp. B 1,0 kg/l

comp. A+B 1,1 kg/l (densità grezza dell'impasto)

Viscosità (mPa · s) 500 a 20°C tipo rapido

250 a 30°C tipo rapido

290 a 20°C tipo normale

190 a 30°C tipo normale

Resistenza meccanica Dopo 10 giorni

(a 20°C/65% u.r.)

Resistenza alla compressione 53 N/mm²

Resistenza alla flessione 50 N/mm²

Resistenza alla trazione 25 N/mm²

Resistenza alla trazione adesiva

(DIN 53 232)

su calcestruzzo 4 N/mm² (rottura del cis)

su acciaio 10 N/mm²

Modulo E (statico) 1000 N/mm² (dopo 10 gg.)

Coefficiente di Poisson 0,48

Coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 89 \cdot 10^{-6}$ (temperatura da -20°C a +60°C)

Rapporto di miscelazione A:B = 2:1 parti in peso

A:B = 2:1 parti in volume

Tipo rapido Tipo normale

40°C -- 15 min

Pot-life (2 kg) 30°C 10 min 30 min

20°C 20 min 60 min

10°C 55 min --

5°C 75 min --

Colore miscela: bruno-rossastro

comp. A: giallo paglierino

comp. B: leggermente antracite

Iniziali imballaggi predosati da 2 kg (A+B)

Conservazione in imballaggi originali, a temperatura da +5°C a +30°C, 1 anno dalla data di fornitura dallo Stabilimento Sika

Sika Italia S.p.A.

20123 Milano - Via E. De Amicis 44 - Tel. 02.72126.1 Fax 02.8056649
Stabilimenti: Como Rebbio e Cerano (NO)

**COMPLESSO MONUMENTALE EX REAL
ALBERGO DEI POVERI - NAPOLI
INDAGINI STRUTTURALI**

INTEGRAZIONE PROVE A TRAZIONE PURA SU BARRE IN FIBRA ARAMIDICA



Coordinatore Tecnico
Dott. Roberto Delgado

Relatore
Ing. Silvana Di Iorio

Napoli, aprile 1999

Staff Operativo
P.T. Vincenzo Longobardi
P.T. Francesco Esposito



TECNO IN srl

Sece legale: 80127 Napoli - Via A. Scialli, 211/E

Filiale: 00137 Roma - Viale Panfil, 55/A - Tel. 06/8074672 - Fax 06/8080062

Sece amministrativa: 90078 Pozzuoli (NA) - Via Adriano Olivetti, 1 - Tel. 081/5255138 - 5255139 - Fax 081/525514

P. IVA 09016170630 - CCIAA N. 4/1847 - Reg. Imprese 727586 - Cap. Soc. 99.000.000

INDICE

<i>Premessa</i>	pag 3
I. RISULTATI	.. 5

Appendice - Documentazione fotografica

Premessa

La Società Tecno In, per conto dell'Impresa Costruzioni Generali G.S.V.M.D. di Barile (PZ), aggiudicataria dell'appalto per il restauro e risanamento conservativo dell'Ex Real Albergo dei Poveri sito in Napoli alla Piazza Carlo III°, ha incaricato il Laboratorio dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni della Facoltà di Ingegneria di Napoli "Federico II" di eseguire prove di trazione pura su barre in composito.

Queste, denominate ARAPREE (ARAmid PREstressed Element), sono degli elementi strutturali composti da fibre aramidiche parallele annegate in una matrice di resina epossidica. Scopo della prova è quello di determinarne la resistenza a trazione pura. Per questo si è reso necessario ancorare le barre.

In data 27 aprile 1999, presso la sede del Laboratorio in via Claudio - Napoli, si sono provate n. 4 delle suddette barre alla presenza dell'Ing. C. Sangiuliano, coadiuvatore del Prof. Ing. R. Sparacio, Progettista degli interventi strutturali per l'ex Real Albergo dei Poveri.

Sono stati presenti alle prove:

<u>LABORATORIO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI</u>	Il Direttore, Prof. Ing. G. FRUNZIO
	I Tecnici, Sig. G. LANZOTTI
	Sig. A. LANZOTTI

<u>COADIUVATORE DEL PROGETTISTA</u>	Ing. C. SANGIULLANO
-------------------------------------	---------------------

<u>TECNO IN</u>	Geom. D. SALA
	Dott. R. DELGADO
	Ing. S. DI IESO

Per poter eseguire la prova, vista la particolare struttura di questi tiranti e la loro scarsa resistenza a sollecitazioni trasversali all'andamento delle fibre, la Tecno In ha studiato un dispositivo che consente di ancorare le estremità della barra e di eseguire il tiro senza creare un serraggio, e quindi un'interferenza, che danneggerebbe la struttura delle fibre in corrispondenza dei vincoli.

L'attrezzatura utilizzata è costituita da due cilindri cavi d'acciaio disposti in linea e collegati rigidamente mediante due aste in acciaio per far sì che la barra si conservi perfettamente rettilinea durante il suo posizionamento. I cilindri sono chiusi all'estremità posteriore ed aperti anteriormente per l'inserimento della barra ed il collaggio della miscela di riempimento; le superfici interne sono scanalate per migliorarne l'aderenza.

Ciascuna barra è stata annegata nella resina per una lunghezza di 150 cm a lato, conservando un tratto centrale libero lungo circa 40 cm, e questo per avere una lunghezza di ancoraggio sufficiente al completo sviluppo delle tensioni di aderenza tra barra e resina.

Infatti già in precedenza sono state eseguite, presso il laboratorio di Pozzuoli della Tecno In, prove di trazione su tali elementi, utilizzando lo stesso dispositivo ma con lunghezza di ancoraggio di 50 cm per lato; il risultato è stato che le barre si sono sfilate per cui non si è potuto conoscerne la resistenza a trazione.

Per questa nuova serie di prove stata utilizzata la macchina per trazione (fino a 100 t), marca MOHR & FEDERHAFF - MANNHEIM, a corsa orizzontale e sufficiente a contenere la lunghezza totale del dispositivo di prova (3.40 m).

Arteso il tempo di presa della resina di riempimento, del tipo SIKA fornita e messa in opera dall'Impresa Appaltatrice, sono stati sottoposti a prova:

- n. 4 tondini in composito, ϕ 8.5 mm, a 250.000 filamenti.

La prova è stata eseguita liberando i cilindri dalle aste di collegamento ed ammorsandoli, attraverso dei pezzi complementari, ai carrelli della macchina di trazione (previsti di opportuni coni di serraggio). Il carico è stato applicato con incrementi di circa 1000 kg.

Per poterne misurare l'allungamento percentuale, su ciascuna barra da provare, la Tecno In ha preventivamente montato (sul tratto centrale libero) coppie di basette deformometriche e ad ogni step di carico sono state eseguite le misure mediante deformometro digitale.

*

1. Risultati

Anche in questo caso non si è potuto misurare la resistenza a trazione del materiale in quanto per tutti gli elementi sottoposti a prova si è verificato lo sfilamento lungo l'interfaccia con la resina d'inghisaggio.

Nella tabella successiva si riassumono i risultati delle prove eseguite.

TABELLA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI				
Caratteristiche della barra	N. barra	Resina di inghisaggio	Carico di crisi (kg)	Note
Barre in composito ϕ 8,5 da 250.000 filamenti				
	1	Sika	3.900	Sfilamento dell'interfaccia barra-resina
	2	Sika	4.000	Sfilamento dell'interfaccia barra-resina
	3	Sika	4.000	Sfilamento dell'interfaccia barra-resina
	4	Sika	4.400	Sfilamento dell'interfaccia barra-resina

MISURA DELL'ALLUNGAMENTO PERCENTUALE DELLA BARRA						
Caratteristiche della barra			Carico (kg)	Misura letta al deformometro (mm)	Variazioni (mm)	Allungamento (%)
Resina di inglobaggio	N. barra	Lunghezza libera (mm)				
SIKA	1	400	0	-2,29	0,00	0,92
			1.300	-0,88	1,41	
			1.900	-0,05	1,24	
			3.050	1,40	3,69	
			3.900	inizio sfianamento		
			5.400			
			7.300			

MISURA DELL'ALLUNGAMENTO PERCENTUALE DELLA BARRA						
Caratteristiche della barra			Carico (kg)	Misura letta al deformometro (mm)	Variazioni (mm)	Allungamento (%)
Resina di inglobaggio	N. barra	Lunghezza libera (mm)				
SIKA	2	400	0	-61,61	0,00	1,02
			1.350	-60,10	1,51	
			2.000	-59,62	1,99	
			3.000	-58,51	3,10	
			4.000	-57,33	4,28	
			4.900	Completo sfianamento		

MISURA DELL'ALLUNGAMENTO PERCENTUALE DELLA BARRA						
Caratteristiche della barra			Carico (kg)	Misura letta al deformometro (mm)	Variazioni (mm)	Allungamento (%)
Resina di inglobaggio	N. barra	Lunghezza libera (mm)				
SIKA	3	400	0	-23,98	0,00	1,11
			1.000	-22,46	1,52	
			2.000	-21,67	2,31	
			3.000	-20,65	3,33	
			4.000	-19,54	4,44	
			5.000	Completo sfianamento		

MISURA DELL'ALLUNGAMENTO PERCENTUALE DELLA BARRA						
Caratteristiche della barra			Carico (kg)	Misura letta al deformometro (mm)	Variazioni (mm)	Allungamento (%)
Resina di inglobaggio	N. barra	Lunghezza libera (mm)				
SIKA	4	400	0	-46,52	0,00	1,04
			1.000	-44,96	1,46	
			2.000	-44,04	2,28	
			3.000	-43,19	3,13	
			4.250	-45,50	0,82	
			5.000	-44,68	1,64	
			6.000	-43,98	2,34	
			7.000	-43,02	3,30	
			8.000	-42,17	4,15	
			9.000	Completo sfianamento		

Documentazione Fotografica

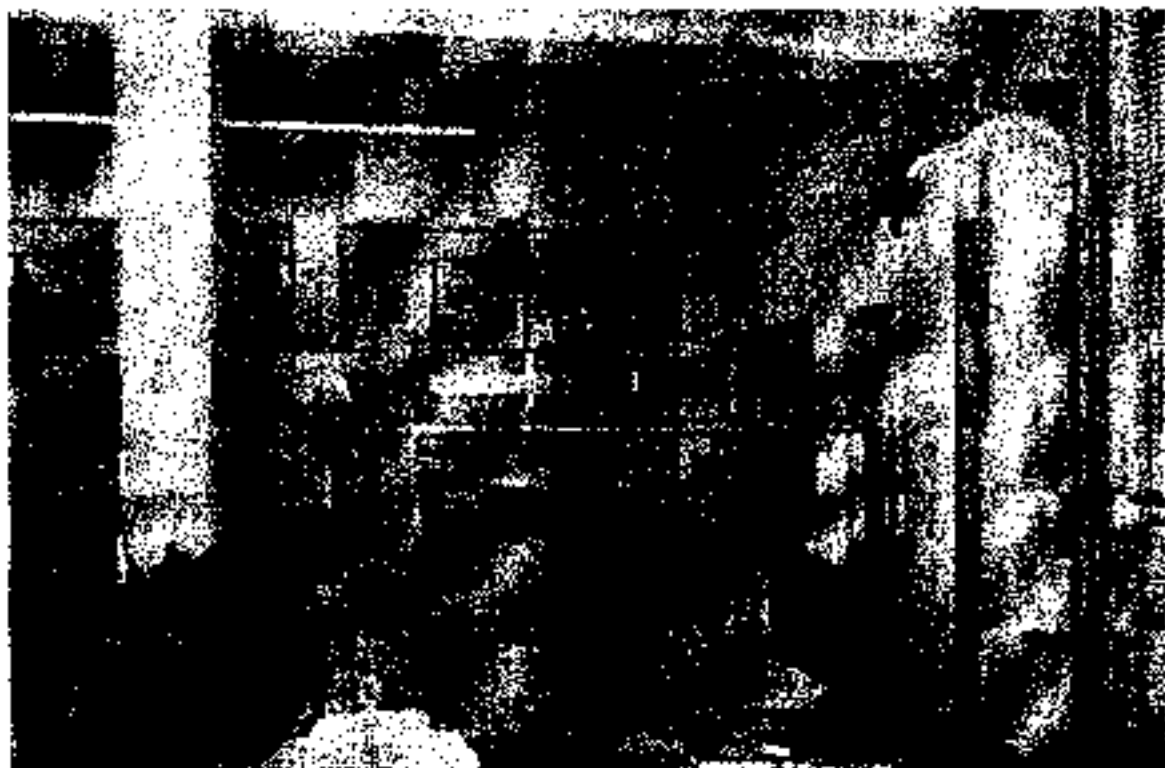


Foto 1 – Particolare dei comandi di azionamento del carico della macchina di trazione.



Foto 2 – Particolare del collegamento del dispositivo di prova al carrello della macchina di trazione.



Foto 3 – Posizionamento di coppia di basette deformometriche sulla barra per misura dell'allungamento percentuale.

**COMPLESSO MONUMENTALE EX REAL
ALBERGO DEI POVERI - NAPOLI
INDAGINI STRUTTURALI**

**Risultati prove a compressione su campioni di tufo
e prove a trazione in sito su tiranti**



Coordinatore Tecnico
Dott. Roberto Delgado

Relatore
Ing. Silvana Di Ieso

Napoli, maggio 1999

Staff Operativo
P.T. Vincenzo Longobardi
P.T. Francesco Esposito

TECNINO srl

Sede legale: 80127 Napoli - Via A. Scarfoni, 21/1E

Filiale: 00197 Roma - Viale Fanci, 55/A - Tel. 06/8074672 - Fax 06/8080082

Sede amministrativa: 80078 Pozzuoli (NA) - Via Adriano Olivetti, 1 - Tel. 081/5255138 - 5255139 - Fax 081/5255141

P. IVA 05016170630 - CCIAA/Rg n.11547 - Reg. Imprese 327596 - Cap. Soc. 95.000.000

INDICE

PREMESSA	pag.3
1. RISULTATI PROVE IN SITO SU TIRANTI	4
<i>DIAGRAMMI CARICHI-SPOSTAMENTI</i>	
2. RISULTATI PROVE A COMPRESSIONE SU CAMPIONI DI TUFO	6
<i>CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO</i>	
<i>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</i>	

Premessa

Con la presente si forniscono i risultati delle nuove prove eseguite dalla Società Tecno In per conto dell'Impresa Costruzioni Generali G.S.V.M.D. di Bari (PZ), aggiudicataria dell'appalto per il restauro e risanamento conservativo dell'Ex Real Albergo dei Poveri sito in Napoli alla Piazza Carlo III°.

Sono state eseguite:

- ♦ prove a tiro su barre in vetroresina con sezione a stella la cui messa in opera è stata compiuta dalla Società Costruzioni Generali G.S.V.M.D;
- ♦ prove a compressione su blocchi di tufo prelevati in sito in zone a campione, per la caratterizzazione meccanica del tufo impiegato nella realizzazione delle strutture portanti del manufatto.

1. Risultati prove in sito su tiranti

Le barre provate, prodotte dalla casa WIBOLT STAR, sono realizzate in resina poliestere isofalica rinforzata con una elevata percentuale di fibra continua di vetro totalmente orientata nella direzione dell'asse del profilo. La particolare geometria a stella di queste barre fornisce un più elevato rapporto superficie/volume (rispetto a quelle con sezione circolare) con conseguente incremento delle caratteristiche di aderenza alle malte e/o resine di ancoraggio.

Scopo delle indagini è stato quello di verificare il comportamento dell'insieme miscela di inghisaggio-muratura-barra e di misurare la resistenza a trazione di questa tipologia di tiranti.

Il posizionamento delle barre da provare (in totale n. 3) è stato eseguito dalla Società Costruzioni Generali G.S.V.M.D. che ha provveduto a realizzare i fori nelle murature, a posizionarvi le barre e ad iniettare la miscela di riempimento.

Nella fase preparatoria alla prova, la parte di barra fuoriuscente dalla muratura viene inserita in un pistone forato (opportunamente contrastato alla muratura) e serrata mediante una speciale bussola conica, fornita dalla casa produttrice delle barre, per poter eseguire il tiro.

Per la misura dello spostamento assiale della barra, alla sua estremità è posizionato un trasduttore elettromagnetico fissato mediante un'asta calamitata ad un ponteggio opportunamente distanziato dalla muratura di prova. Tale trasduttore, collegato ad una centralina elettronica, ha permesso di eseguire letture in continuo, registrando su modulo centesimale l'andamento dello spostamento nel tempo.

Le attrezzature utilizzate per le prove sono le seguenti:

- pistone forato della RARIPRESS di sezione 7.8 cm^2 ;
- pompa oleodinamica manuale tipo ENERPARC;
- manometro 0-250 bar, contrassegnato con la sigla D.I.S.C.O. 0610 marcato e sigillato con il n° 1163;
- centralina elettronica di registrazione grafica in tempo reale di un diagramma "spostamento/tempo" su modulo centesimale, contrassegnata con la sigla "GSA6" matricola n° 001;
- trasduttore lineare elettromagnetico a lettura continua, per la registrazione dello spostamento.

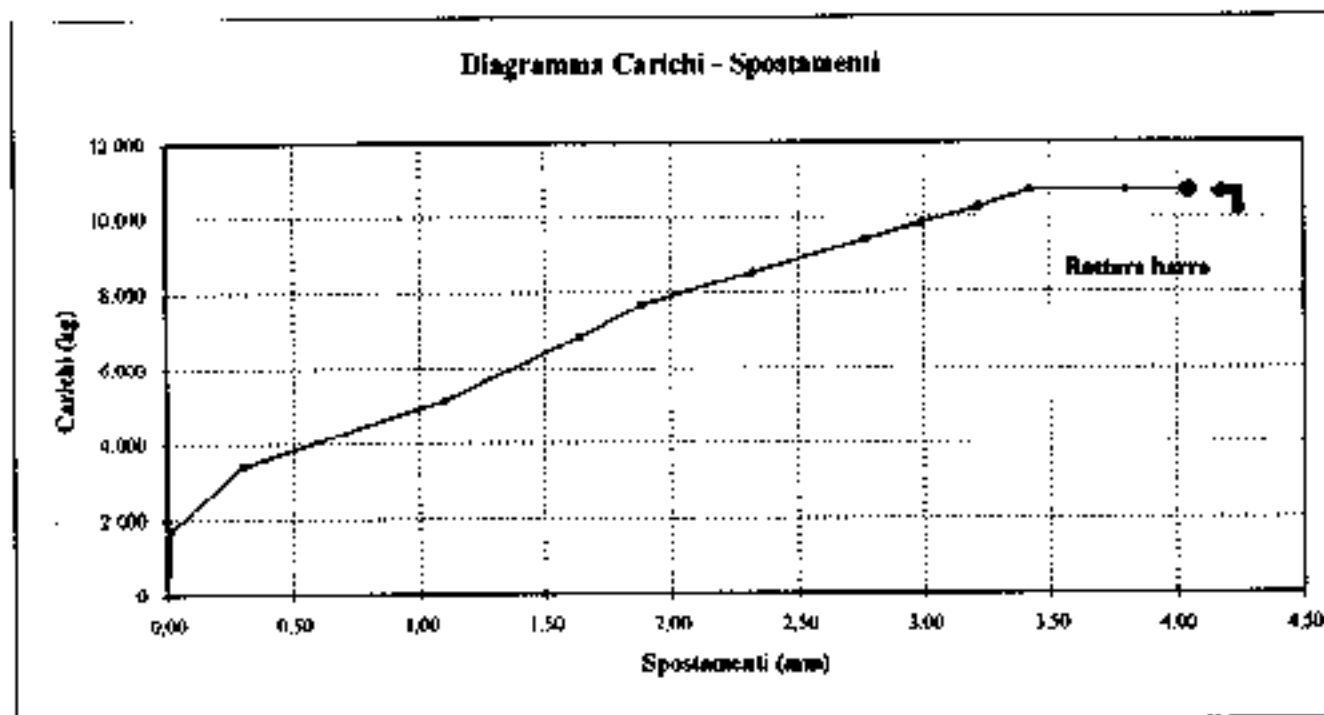
La strumentazione è stata regolarmente tarata presso il laboratorio di Scienza delle Costruzioni dell'Università Federico II di Napoli.

In tab. 1 si riporta il riepilogo dei risultati delle prove eseguite mentre di seguito sono rappresentati i corrispondenti diagrammi carichi-spostamenti.

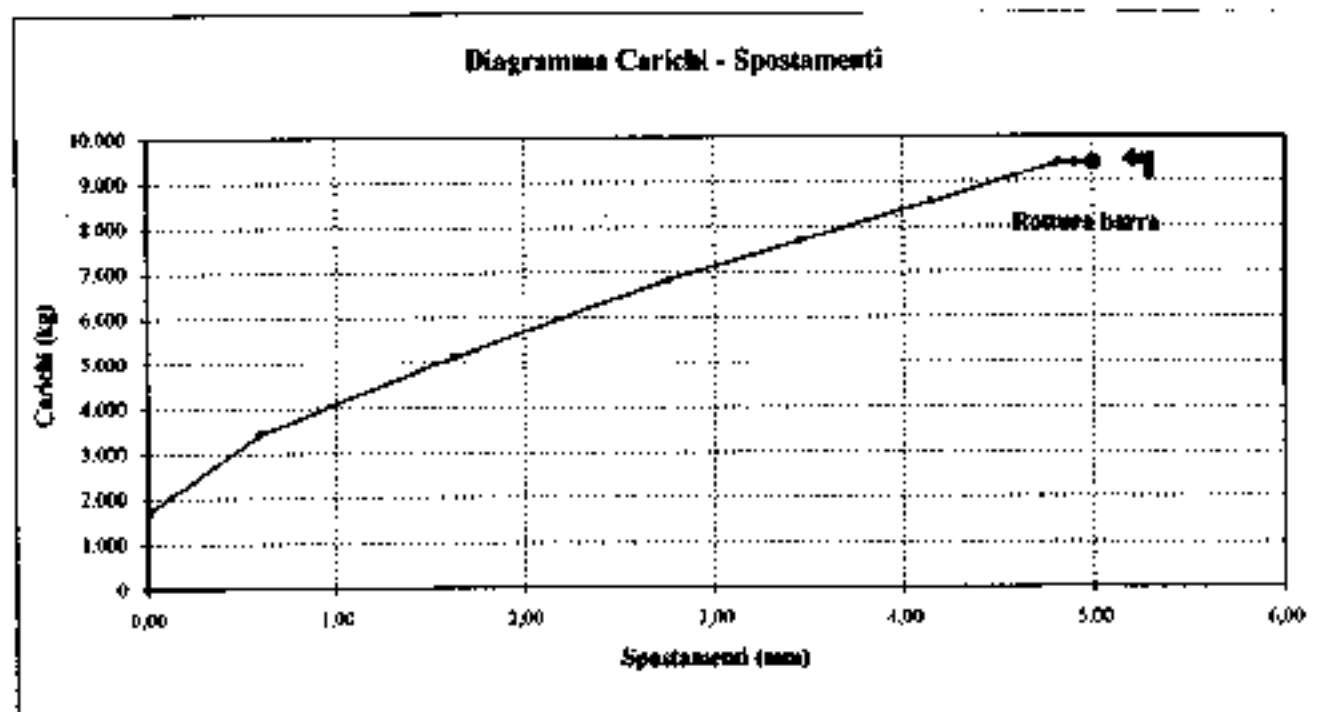
TABELLA RIASSUNTIVA RISULTATI				
Caratteristiche della barra	Barra	Miscela di inghisaggio	Carico di crisi (kg)	Note
Barra in vetroresina, sezione a stella, diametro equivalente ad ϕ 20				
	A	Cemento 425	10.688	Rottura della barra
	B	Cemento 425	9.405	Rottura della barra
	C	Cemento 425	10.260	Rottura della barra

Tab. 1

PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inneschaggio	Disposizione tiro	Barra			parz.	tot.			
Barra in polipropilene, sezione a stella, diametro equivalente di ϕ 20	Cementizio 425	orizzontale, in asse alla barra	A	0	0	0	0	0,00		14,3
				20	1.710	6	6	0,01		14,5
				40	3.420	5	11	0,30		15,0
				60	5.130	4	15	1,10		15,0
				80	6.840	5	20	1,64		15,0
				90	7.695	4	24	1,89		15,0
				100	8.550	5	29	2,32		15,0
				110	9.405	5	34	2,77		15,2
				115	9.833	4	38	2,99		15,5
				120	10.260	5	43	3,22		15,3
				125	10.688	4	47	3,42		15,2
				123	10.688	3	50	3,80		15,4
				125	10.688	1	51	4,05		15,2

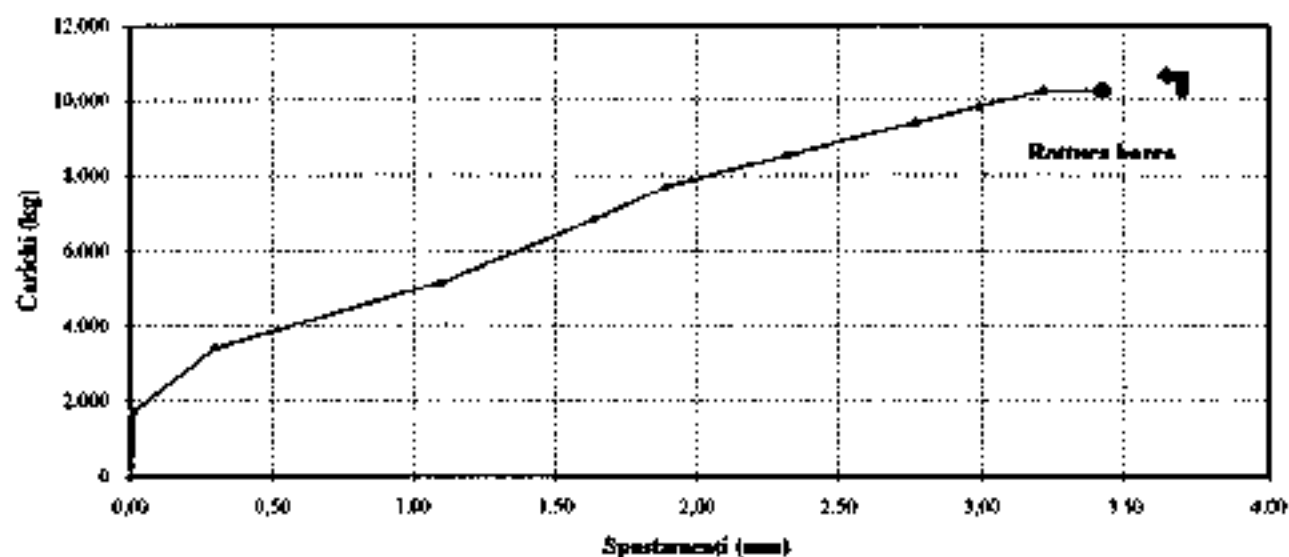


PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inchiostro	Disposizione tiro	Barra			part.	tot.			
Barra in vernice, sezione a stella, diametro nominale di $\varnothing 20$	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	B	0	0	0	0	0,00		15,2
				10	1.710	6	6	0,01		15,0
				40	3.420	2	11	0,60		12,3
				60	5.130	4	15	1,63		15,0
				80	6.840	5	20	2,76		15,0
				90	7.695	4	24	3,45		15,0
				100	8.550	5	29	4,15		15,0
				110	9.405	5	34	4,82		15,2
				110	9.405	4	38	4,90		15,5
				110	9.405	5	43	5,00		15,5



PROVA IN SITO SU TIRANTE										
Caratteristiche della barra				Pressione (bar)	Carico (kg)	Tempo (min)		Spostamento a monte (mm)	Spostamento a valle (mm)	Temperatura (°C)
Tipo	Miscela di inglobaggio	Disposizio- ne	Barra			part.	tot.			
Barra in vetroresina, sezione a stella, diametro equivalente di $\varnothing$ 20	Cemento 425	orizzontale, in asse alla barra	C	0	0	0	0	0,00		14,3
				20	1.710	6	6	0,01		14,5
				40	3.420	5	11	0,30		15,0
				60	5.130	4	15	1,10		15,0
				80	6.840	5	20	1,64		15,0
				90	7.695	4	24	1,69		15,0
				100	8.550	5	29	2,32		15,0
				110	9.405	5	34	2,77		15,2
				115	9.813	4	38	2,99		15,5
				120	10.260	5	43	3,22		15,3
				125	10.260	4	47	3,42		15,2

Diagramma Carichi - Spostamenti



2. Risultati prove a compressione su campioni di tufo

La caratterizzazione dei materiali tufacei costituenti le strutture portanti dell'edificio si è ottenuta con prove di tipo meccanico che hanno permesso di determinare le caratteristiche di deformabilità e di resistenza degli elementi lapidei.

Le prove di resistenza a compressione sono state eseguite su provini cubici di lato 7x7 ottenuti dal taglio di n. 6 blocchi estratti dalle murature in zone scelte a campione (in corrispondenza dei fori n. 6-8-10-20-23-31, come indicato in fig. 1). Da ciascun blocco sono stati ricavati n. 2 provini per cui il totale degli elementi esaminati è n. 12.

Le prove su detti cubetti sono state realizzate secondo quanto prescritto dal Regio Decreto del 16 novembre 1939, n. 2232. Le modalità esecutive prevedono di portare a rottura una parte dei campioni in condizioni naturali, altri dopo imbibizione in acqua ed i rimanenti dopo essiccazione, per avere informazioni sul comportamento del materiale nelle varie condizioni.

Per ciascun campione sottoposto a prova si riporta di seguito il certificato rilasciato dal Laboratorio "Tecno In" in cui sono indicate le caratteristiche fisico-meccaniche misurate: peso specifico, peso secco, resistenza alla compressione, etc.. E' inoltre tracciata una descrizione del provino di cui si riporta la natura petrografica, la caratterizzazione granulometrica e l'aspetto dopo l'esecuzione della prova (in particolare vengono indicate in maniera semplificata i tipi di lesione che il campione presenta dopo la compressione).

In tab. 2 si riassumono i valori delle resistenze a compressione misurate. Si precisa però che per alcuni campioni non è stato possibile portare a compimento la prova in quanto questi hanno subito un degrado nella fase preparatoria (essiccazione, imbibizione in acqua) probabilmente imputabile alla vetustà dei materiali stessi. Di questi campioni si fornisce una rappresentazione nell'allegata documentazione fotografica.

TABELLA RIASSUNTIVA RISULTATI		
Campione	Provino	Resistenza a compressione (kg/cm ²)
6	1	
	2	
8	1	
	2	29,13
10	1	
	2	41,55
20	1	
	2	53,80
23	1	
	2	16,02
31	1	
	2	18,78

Tab. 2

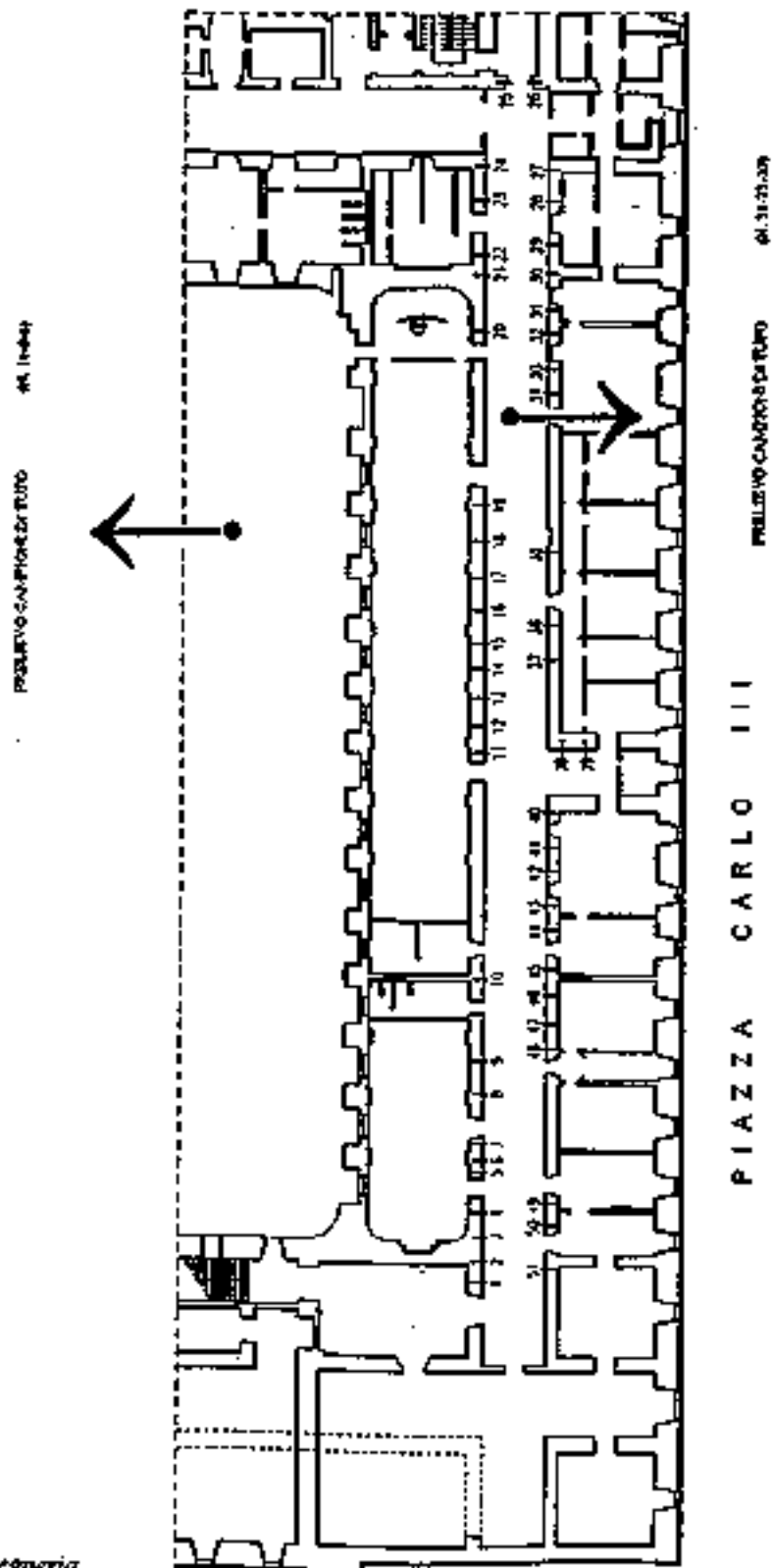


Fig. 1

Competenza: Costruzioni Generali G.S.M.V.D.

Commissa n°: 7156

Data: 18/03/99

Cantiera: Palazzo Fuga

Località: Napoli

Sigla campione: T.512 (F8)

PROVINO	1	2	3	4	5	6	7	8
DIMENSIONI (cm)	7.10	7.20						
	7.10	7.10						
	7.02	7.35						
VOLUME (cm ³)	351.86	375.73						
PESO NATURALE (g)	452.55	456.21						
PESO SECCO FINALE A 110°C (g)	397.29	398.56						
PESO SATURO FINALE IN ACQUA A 18°C (g)								
AREA RESISTIVA (cm ²)								
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (Kg/cm ²)		29.13						
Aspetto del provino dopo la compressione								
PESO DI VOLUME NATURALE MEDIO γ_d (g/cm ³):	1.25							
PESO DI VOLUME SECCO MEDIO γ_d (g/cm ³):	1.09							
PESO SPECIFICO γ_s (g/cm ³):	2.4							

Descrizione del campione:

Tufo di colore giallo la cui matrice clinkerica, granulometricamente limo-sabbiosa, risulta mediamente ricca in pomici di dimensioni millimetriche. Sono presenti frammenti latici di natura lavica di colore grigio-nerastro e scorie vulcaniche di dimensioni subcentimetriche. Le pomici di colore giallo risultano fortemente alterate, fragili al tatto e raggiungono talvolta diametri di 1.5 cm.

Consulente: Costruzioni Generali G.S.M.V.D.

Commissa n°: 7150

Data: 18/03/99

Cantiera: Palazzo Fuga

Località: Napoli

Sigla campione: T.513 (F10)

PROVINO	1	2	3	4	5	6	7	8
DIMENSIONI (cm)	7.10	7.15						
	7.20	7.05						
	7.15	7.25						
VOLUME (cm ³)	365.51	365.45						
PESO NATURALE (g)	540.39	503.30						
PESO SECCO FINALE A 110°C (g)	451.61	433.39						
PESO SATURO FINALE IN ACQUA A 18°C (g)								
AREA RESISTIVA (cm ²)								
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (Kg/cm ²)		41.55						
Aspetto del provino dopo la compressione								
PESO DI VOLUME NATURALE MEDIO γ_d (g/cm ³):	1.43							
PESO DI VOLUME SECCO MEDIO γ_d (g/cm ³):	1.33							
PESO SPECIFICO γ_s (g/cm ³):	2.38							

Descrizione del campione:

Tufo di colore giallo costituito da pomici e lapilli millimetrici in scarsa matrice cementizia. I litici e le pomici presenti, raggiungono raramente dimensioni di 0.5 cm.

Committente: Costruzioni Generali G.S.M.V.D.

Compresa n° 7150

Data: 18/03/99

Cantiere: Palazzo Fuga

Località: Napoli

Sigla campione: T.514 (F20)

PROVINO	1	2	3	4	5	6	7	8
DIMENSIONI (cm)	7.13	7.11						
	7.30	7.10						
	7.20	7.25						
VOLUME (cm ³)	374.75	363.99						
PESO NATURALE (g)	481.51	477.22						
PESO SECCO FINALE A 110°C (g)	433.12	430.61						
PESO SATURO FINALE IN ACQUA A 10°C (g)								
AREA RESISTIVA (cm ²)								
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (N/cm ²)		56.80						
Aspetto del provino dopo la compressione								
PESO DI VOLUME NATURALE MEDIO γ _d (g/cm ³):	1.29							
PESO DI VOLUME SECCO MEDIO γ _d (g/cm ³):	1.17							
PESO SPECIFICO γ _s (g/cm ³):	2.35							

Descrizione del campione:

Tufo di colore giallo costituito da un'alternanza di livelli costituiti da pomici e lapilli millimetrici in scarsa matrice cementizia. I laticci e le pomici presenti, hanno dimensioni che variano da pochi millimetri a circa 1.0 cm

Committente: Costruzioni Generali G.S.M.V.D.

Commessa n° 7150

Data: 18/03/99

Cantiera: Palazzo Fuga

Località: Napoli

Sigla campione: T.515 (F23)

PROVINO	1	2	3	4	5	6	7	8
DIMENSIONI (cm)	6.82	6.99						
	6.31	6.25						
	6.40	6.85						
VOLUME (cm ³)	275.42	299.26						
PESO NATURALE (g)	304.48	331.98						
PESO SECCO FINALE A 110°C (g)	285.61	308.56						
PESO SATURO FINALE IN ACQUA A 18°C (g)								
AREA RESISTIVA (cm ²)								
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (Kg/cm ²)		16.02						
Aspetto del provino dopo la compressione								
PESO DI VOLUME NATURALE MEDIO γ _n (g/cm ³):	1.11							
PESO DI VOLUME SECCO MEDIO γ _s (g/cm ³):	1.03							
PESO SPECIFICO γ ₁ (g/cm ³):	2.41							

Descrizione del campione:

Tefo di colore giallo con incluse pomici millimetriche e subcentimetriche giallastre di colore giallo. Sono presenti pomici grigia più consistenti.

Committente: Costruzioni Generali G.S.M.V.D.

Commessa n° 7150

Data: 18/03/99

Cantiere: Palazzo Fuga

Località: Napoli

Segna campione: T.516 (P31)

PROVINO	1	2	3	4	5	6	7	8
DIMENSIONI (cm)	7,15	7,10						
	7,20	7,20						
	7,60	7,05						
VOLUME (cm ³)	360,36	360,40						
PESO NATURALE (g)	435,94	443,24						
PESO SECCO FINALE A 110°C (g)	373,93	377,75						
PESO SATURO FINALE IN ACQUA A 18°C (g)								
AREA RESISTIVA (cm ²)								
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (Kg/cm ²)		18,78						
Aspetto del provino dopo la compressione								
PESO DI VOLUME NATURALE MEDIO γ _d (g/cm ³):	1,22							
PESO DI VOLUME SECCO MEDIO γ _d (g/cm ³):	1,04							
PESO SPECIFICO γ _s (g/cm ³):	2,38							

Descrizione del campione:

Tufo di colore giallo la cui matrice si presenta ricca in porici friabili millimetriche e centimetriche. Sono presenti litici di dimensioni millimetriche.

Documentazione Fotografica

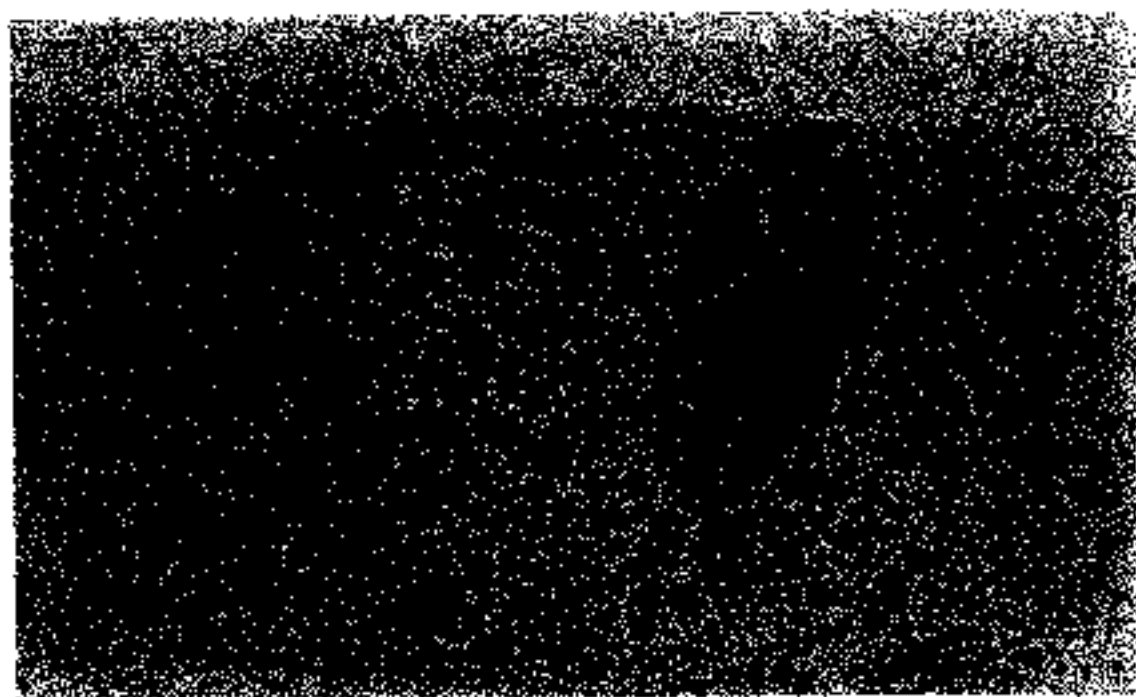


Foto 1 – Provino n. 2 del campione 10 dopo lo schiacciamento

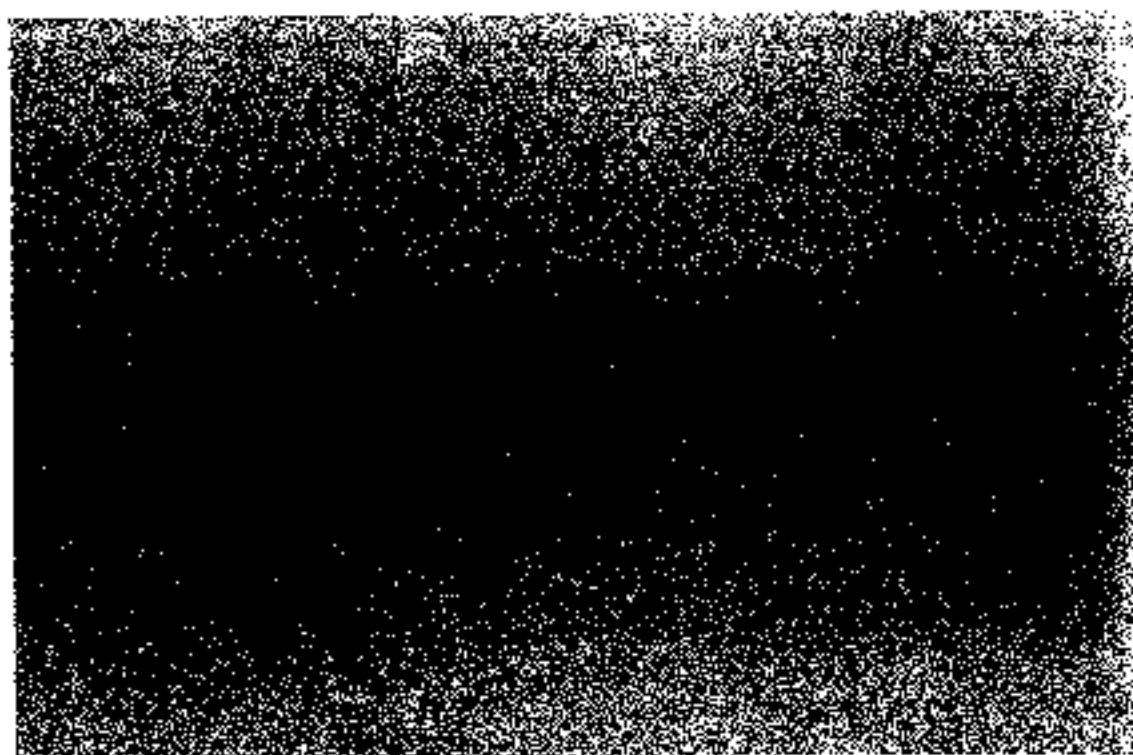


Foto 2 – Provini n. 2 dei campioni 8-20-23-31 dopo lo schiacciamento

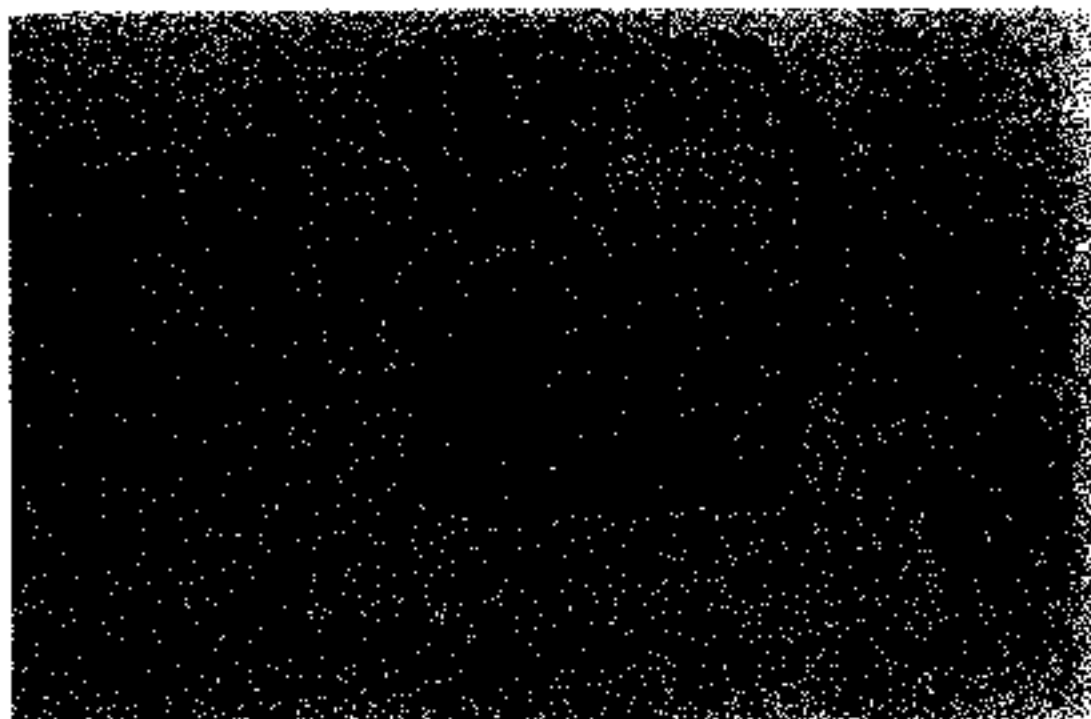


Foto 3 – Provino n. 1 del campione 6 degradato in fase di preparazione alla prova di compressione

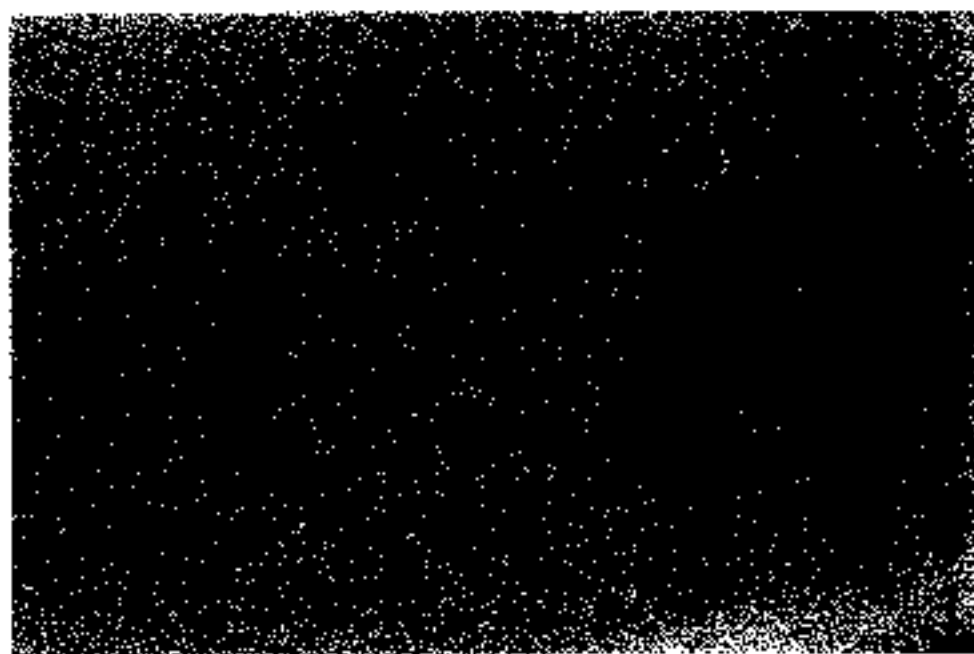


Foto 4 – Provino n. 1 del campione 3 degradato in fase di preparazione alla prova di compressione

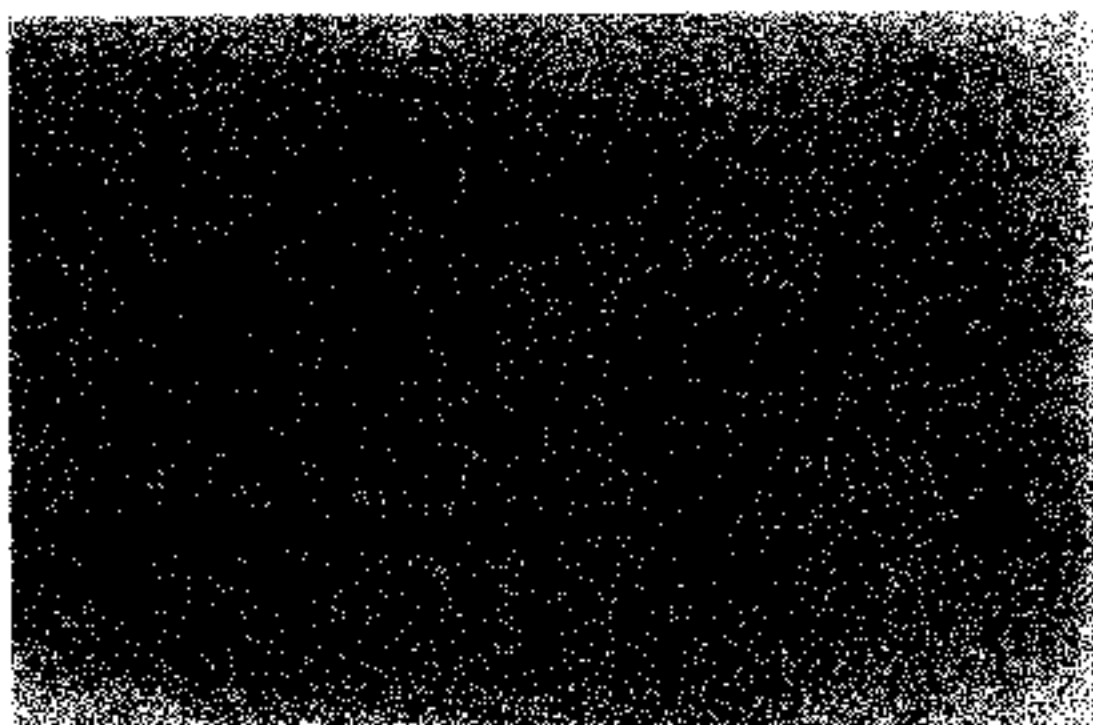


Foto 5 – Provino n. 1 del campione 20 degradato in fase di preparazione alla prova di compressione

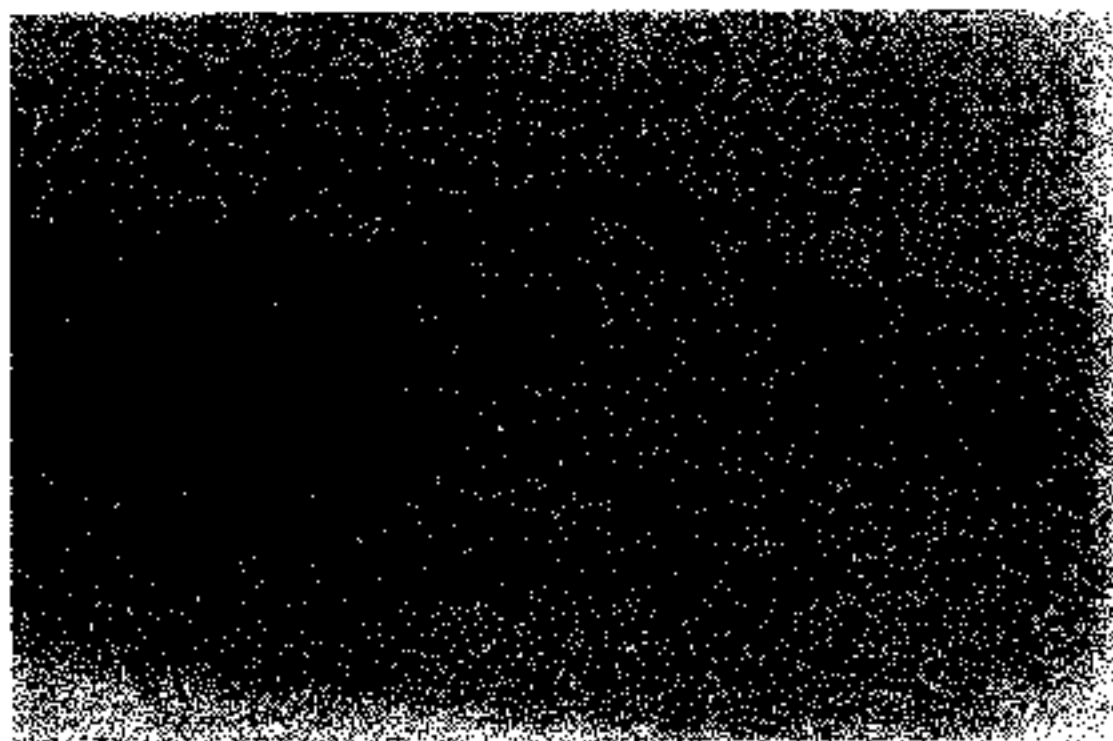


Foto 6 – Provino n. 23 del campione 8 degradato in fase di preparazione alla prova di compressione

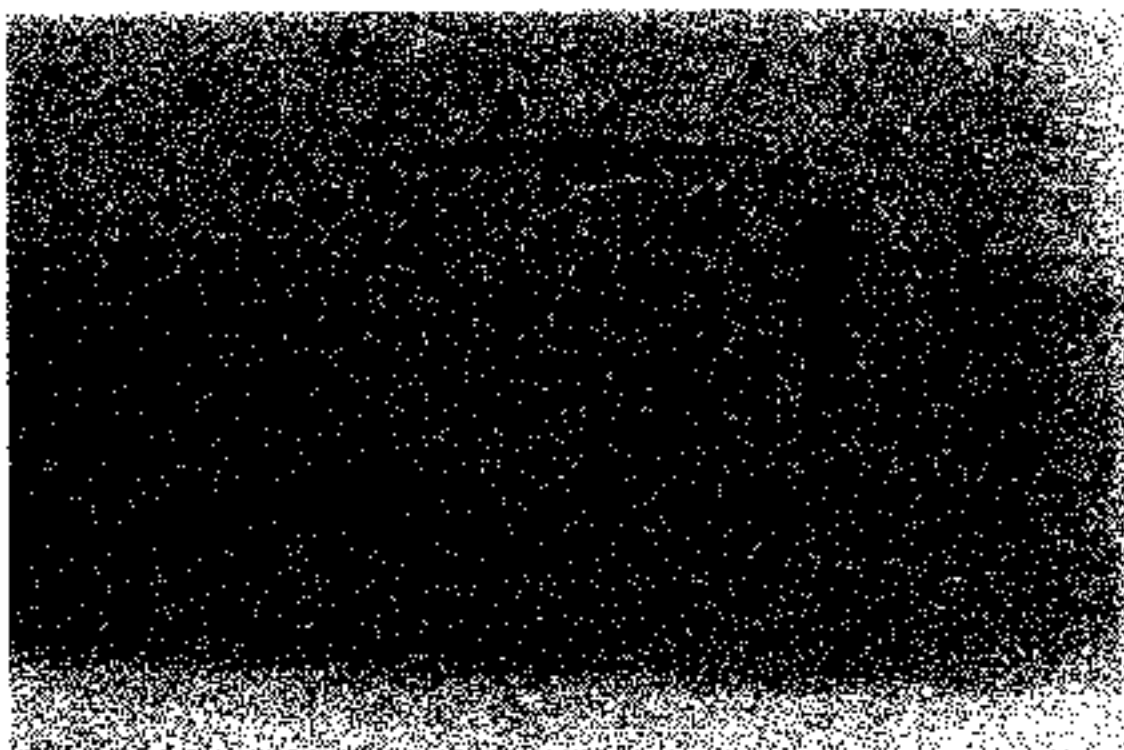


Foto 7 – Provino n. 1 del campione 31 degradato in fase di preparazione alla prova di compressione

COMMITTENTE: Comune di Napoli
V Direzione Centrale Infrastrutture

OGGETTO: Rilievo piano altimetrico e verifica degli ambienti
sotterranei al livello 0 del lotto AB del
Real Albergo dei Poveri

LOCALITA': Napoli – Piazza Carlo III

TIPO DI INDAGINE: Ricostruzione piano altimetrica dei cunicoli e dei
locali sotterranei

ELABORATO: Relazione esplicativa

Reg.Com.	063-08	
Nome File:	063-08 Relazione	
Impresa Esecutrice		
delle indagini		
TECNO IN S.p.A.		
Servizi di Ingegneria		
Data	Rev.	Revisione
10-11-08	001	-



Tecno In S.p.A.

*Laboratorio Geotecnico su Terre e Prove in Situ
Conc. N° 53363 del 06.05.05 Ministero Infrastrutture e Trasporti*

*Laboratorio Prove su Materiali da Costruzione
Conc. N° 40228 del 27.04.95 Ministero Infrastrutture e Trasporti*



80142 Napoli - 2ª trav. Str.la S.Anna alle Paludi ,11
Tel. 081/5634520- fax 081/5633970
e-mail: tecnoin@tecnoinonline.it - www.tecnoin.it - www.tecnoinonline.it
P.Iva 05016170630 – CCIAA Na 411847 – Reg. Imprese 3275/86 –

	Rilievo piano altimetrico e verifica degli ambienti sotterranei al livello 0 del lotto AB del Real Albergo dei Poveri -Piazza Carlo III – Napoli	Reg. Com. 063-08 ediz. 10-11-2007 Rev.1 - ga Pag. 1 di 8
---	--	---

INDICE

1 - PREMESSA	2
2- DESCRIZIONE DELLE ATTREZZATURE UTILIZZATE	3
2.1– RILIEVO TOPOGRAFICO	3
2.2 – RILIEVO FOTOGRAFICO.....	3
3 – RISULTATI DELLE INDAGINI	4
3.1 – RICOSTRUZIONE PLANIMETRICA.	4
4 – NOTE ALLE INDAGINI.....	7

ALLEGATI

Allegato A – Planimetria

Allegato B - Rilievo fotografico

	Rilievo plano altimetrico e verifica degli ambienti sotterranei al livello 0 del lotto AB del Real Albergo dei Poveri -Piazza Carlo III – Napoli	Reg. Com. 063-08 ediz. 10-11-2007 Rev.1 - ga Pag. 2 di 8
---	--	---

1 - Premessa

Il Comune di Napoli – V Direzione Centrale Infrastrutture, ha conferito alla Tecno In S.p.A. l'incarico¹ di eseguire una campagna di indagini e rilievi nell'ambito degli accertamenti relativi all'individuazione di ambienti e condotte sotterranee che potrebbero far parte dell'antico sistema di condotti sotterranei, nonché l'eventuale collegamento con la fogna comunale.

In particolare i controlli hanno i seguenti obiettivi:

- ✓ individuazione delle vie d'acqua;
- ✓ verifica dello stato di conservazione della stessa.

La scelta delle porzioni da indagare è stata definita e pianificata su indicazione della committenza, ed ha previsto la ricostruzione plano altimetrica della rete fognaria d'interesse.

¹ Incarico diretto

2- Descrizione delle attrezzature utilizzate

2.1– Rilievo topografico

Il rilievo plano-altimetrico è stato eseguito utilizzando una stazione topografica servoassistita modello Leica TCRA1101 plus; si tratta di una stazione totale motorizzata con EDM, senza riflettore (RL o reflector-less), a puntamento automatico (ATR) mediante puntatore laser (PinPoint) [Fig.1].

Le caratteristiche tecniche sono brevemente illustrate:

- **Misura angolare:** Precisione $1.5'' = 0.5\text{mgon}$
- **Misura della distanza:**
 - portata massima 1800 metri
 - precisione nella misura normale $2\text{mm}+2\text{ppm}$ con allineamento EDM coassiale
- **Cannocchiale:** ingrandimento 30x; campo visivo pari a $1^\circ 30''$; reversibilità totale
- **Batteria:** NiMH/6v; autonomia 400 punti completi
- **Tastiera** entrambi i lati con display LCD
- **Temperatura di esercizio:** da -20° a $+50^\circ\text{C}$
- **Correzioni automatiche:**
 - errore assi di collimazione
 - errore indice verticale
 - errore asse di rotazione
 - inclinazione asse principale
 - curvatura terrestre ed effetto rifrazione
- **Registrazione su:** scheda di acquisizione dati PCMCIA con interfaccia RS232
 - memoria interna con capacità da 5 Mbyte
 - possibilità di memoria aggiuntiva da 2 Mbyte



Figura 1 - Stazione totale WILD TCRA

2.2 – Rilievo fotografico

Le immagini fotografiche sono state acquisite mediante fotocamera digitale marca **FUJI** modello **FinePix A500**.



	Rilievo plano altimetrico e verifica degli ambienti sotterranei al livello 0 del lotto AB del Real Albergo dei Poveri -Piazza Carlo III – Napoli	Reg. Com. 063-08 ediz. 10-11-2007 Rev.1 - ga Pag. 4 di 8
---	--	---

3 – Risultati delle indagini

3.1 – Ricostruzione planimetrica.

Le presenti indagini hanno previsto nella fase preliminare una serie di operazioni finalizzate alla ricostruzione planimetrica della rete fognaria oggetto d'indagine attraverso le seguenti attività:

- *preliminare individuazione di tutti i manufatti visibili in superficie (pozzetti d'ispezione, caditoie, etc.) e rilievo plano altimetrico superficiale degli stessi;*
- *successivo rilievo plano altimetrico dei condotti sotterranei.*

Tali attività sono state eseguite nel lotto AB, ed hanno evidenziata l'esistenza di diversi cunicoli e cisterne per la raccolta delle acque. I condotti sono stati denominati **Tratto A; Tratto B; Tratto C; Tratto D; Tratto E; Tratto F; Tratto G.**

Il **Tratto A** va dal pozzetto **P1** alla cisterna di raccolta "A" (pozzetto P5) e dal pozzetto **P7** alla cisterna di raccolta "A"(pozzetto P5); collocato a circa 1.00 mt dal piano di calpestio del corridoio è posto a quota 22.35 m.s.l., ed caratterizzato da un corsetto in muratura 0.20x0.20 mt. In corrispondenza del pozzetto P5, è stata rilevata una cisterna rettangolare (2.40 x 7.40 mt) avente un'altezza di circa 3.20 mt, nella quale confluiscono le acque dell'intero tratto. Sulla parete NO vi è un cunicolo ostruito da materiale di risulta. Inoltre è stata rilevata una lesione longitudinale lungo la copertura a volta.

Va segnalato che tutti i pozzetti d'ispezione del tratto indagato, all'atto dell'indagine, risultavano completamente pieni di materiale di risulta e sedimenti, in seguito è stato rimosso il materiale sedimentato per completare il prosieguo delle indagini.

Il **Tratto B**, è ubicato a circa 4.00 mt dal piano di calpestio degli ambienti del livello 0 lato A, ed è posto a quota 22.40 m.s.l. circa. Il tratto che si sviluppa dal pozzetto **P4** al pozzetto **P23** è caratterizzato da una sezione ovoidale (0.65 x 1.80 mt), interamente realizzato in muratura di tufo intonacata. Quasi per l'intero tratto il manufatto risulta completamente ostruito da sedimenti, che non hanno permesso l'accesso per effettuare le operazioni di rilievo.

A seguito di uno scavo effettuato in prossimità del pozzetto P2, si è potuto rimuovere parte dei sedimenti e detriti accumulatosi nel corso degli anni. Dopo tale pulizia si è potuto ricostruire il tracciato individuando così il recapito finale, che risulta essere il **Tratto G.**

	Rilievo piano altimetrico e verifica degli ambienti sotterranei al livello 0 del lotto AB del Real Albergo dei Poveri -Piazza Carlo III – Napoli	Reg. Com. 063-08 ediz. 10-11-2007 Rev.1 - ga Pag. 5 di 8
---	--	---

Al tratto in esame, confluiscono anche le acque del **Tratto F** che provengono da monte (lato NO dell'edificio).

Si precisa che le altezze misurate all'interno dei pozzetti pieni di detriti, sono da considerarsi approssimative in quanto scaturite da differenze tra il piano di calpestio rilevato topograficamente e le fiorettature verticali effettuate all'interno di essi. Si segnala che sono state rilevate n° 3 immissioni lungo la porzione di condotta ispezionata del **Tratto B**, di seguito elencate:

- prog. 1.40 mt due corsetti in muratura 0.20x0.20 mt;
- prog. 17.00 mt corsetto in muratura 0.20x0.20 mt;
- prog. 17.00 mt corsetto in muratura 0.20x0.20 mt;

Il manufatto denominato **Tratto C** si sviluppa al disotto del tratto B ad una profondità di circa 6.00 mt rispetto al piano di calpestio degli ambienti del livello 0 lato A, posti a quota 22.40 m.s.l. circa. Il condotto presenta una sezione rettangolare di dimensioni 0.90x2.00 mt circa, con copertura a volta e si sviluppa per circa 64.00 mt. A tale tratto è stato possibile accedere attraverso il pozzetto **P 11** posto nel lato B del lotto AB, in quanto i pozzetti **P15**, **P16** e **P17** rilevati dall'interno risultavano non visibili in superficie. Si precisa che non si è potuto ispezionare l'intero condotto in quanto dalla prog. 0.00 mt (**cf. Allegato A - planimetria**) si riduce notevolmente la sezione a causa della presenza di un consistente accumulo di sedimenti che ha impedito l'avanzamento.

Sono state rilevate lungo il tratto alcune immissioni poste lungo la parete in sx idraulica del condotto, rispettivamente alla progr. 20.65 mt; 31.80 mt; 38.80 mt; 46.05mt; 54.10 mt; di cui non si è potuto accertarne la provenienza. Inoltre alla progr. 61.65 mt vi è l'innesto con il tratto D ed alla progr. 64.55 mt. l'innesto con il tratto E.

Il **Tratto D** si sviluppa ad una profondità di circa 6.00 mt rispetto al piano di calpestio degli ambienti del livello 0 lato B, posti a quota 22.30 m.s.l. circa. Il condotto presenta una sezione rettangolare di dimensioni 0.90x2.00 mt circa, con copertura a volta e si sviluppa per circa 62.00 mt. A tale tratto è stato possibile accedere attraverso il pozzetto **P 11**. Si precisa che non si è potuto ispezionare l'intero condotto in quanto dalla prog. 0.00 mt (**cf. Allegato A - planimetria**) si riduce notevolmente la sezione a causa della presenza di un consistente accumulo di sedimenti che ha impedito l'avanzamento.

Sono state rilevate lungo il tratto alcune immissioni poste sulla parete dx idraulica, rispettivamente alla progr. 11.80 mt; 21.70 mt; 25.70 mt; 39.60mt; 42.70 mt; del condotto di cui non si è potuto accertarne la provenienza. Inoltre alla progr. 62.30 mt vi è l'innesto con il tratto C.

	Rilievo piano altimetrico e verifica degli ambienti sotterranei al livello 0 del lotto AB del Real Albergo dei Poveri -Piazza Carlo III – Napoli	Reg. Com. 063-08 ediz. 10-11-2007 Rev.1 - ga Pag. 6 di 8
---	--	---

Il **Tratto E** si sviluppa parallelamente al muro perimetrale del fabbricato posto a circa 5.50 mt rispetto al calpestio del marciapiede prospiciente l'ingresso situato a circa 22.40 m.s.l.

Il manufatto purtroppo non è stato ispezionato per tutto il suo tratto in quanto risultava ostruito da sedimenti, a tal proposito è stata effettuata una verifica idraulica mediante traccianti colorati che ha consentito di accertare che le acque presenti nel condotto confluiscono nella parte finale del tratto C, per poi finire nella fogna comunale.

Il **Tratto F** proveniente da monte (lato NO dell'edificio), raccoglie anche le acque esterne all'edificio.

Il manufatto non è stato ispezionato in quanto risultava ostruito da sedimenti, a tal proposito è stata effettuata una verifica idraulica mediante traccianti colorati che ha consentito di accertare che le acque presenti nel condotto confluiscono nella parte finale del tratto B.

Il **Tratto G**, di pertinenza comunale, è realizzato in calcestruzzo, e presenta una sezione rettangolare di dimensioni 0.90x1.60 mt. Esso ha come capo fogna il pozzetto P24, e si sviluppa parallelamente alla facciata del fabbricato, raccogliendo al suo interno sia le acque del tratto B ed F, sia le acque zenitali captate dalle caditoie della strada, nonché quelle provenienti dal pozzetto P27.

Oltre alla cisterna di raccolta "A" sono state rilevate altre due cisterne. La cisterna "B" ubicata al livello 0 del lato B presenta una sezione rettangolare con copertura a volta 2.35x3.90 mt, ed una lunghezza di circa 17 metri. Sulla parete SE è stato rilevato un cunicolo completamente ostruito da materiale di risulta.

La cisterna "C" è ubicata all'interno del corridoio del civico 5, ed ha una sezione rettangolare con copertura a volta 2.80x4.50 mt, ed una lunghezza di circa 14 metri.

Per una visione esaustiva della rete fognaria ricostruita e delle relative caratteristiche geometriche e tipologiche, si rimanda all'**Allegato A – Planimetria**;

	Rilievo plano altimetrico e verifica degli ambienti sotterranei al livello 0 del lotto AB del Real Albergo dei Poveri -Piazza Carlo III – Napoli	Reg. Com. 063-08 ediz. 10-11-2007 Rev.1 - ga Pag. 7 di 8
---	--	---

4 – Note alle indagini

Le indagini eseguite hanno evidenziato che la rete fognaria indagata è costituita da tre cunicoli (**tratto B, C e D**) e da un corsetto in muratura che confluisce all'interno di una cisterna (**tratto A**). Tutti i manufatti indagati risultano realizzati in muratura di tufo intonacata con copertura a volta fatta eccezione chiaramente del tratto A che risulta essere un corsetto 0.20 x0.20. Le anomalie riscontrate durante le prospezioni televisive sono sia di carattere strutturale che di carattere idraulico.

Anomalie strutturali

Si evidenzia una discontinuità rinvenuta all'interno della cisterna di raccolta "A", posta lungo tutta la copertura a volta con direzione Est-Ovest.

L'esame visivo eseguito nei tratti indagati, ha evidenziato un precario stato di conservazione soprattutto delle pareti le quali presentano un notevole deterioramento dell'intonaco.

Anomalie idrauliche

La presenza, puntuale e/o diffusa, di acqua stagnate, di sedimenti e/o detriti sul fondo della condotta è stata riscontrata lungo tutti i tratti indagati.

Tale anomalia è generalmente imputabile a due possibili cause: cattiva manutenzione delle fogne e/o pendenza di fondo non adeguata. Entrambe le condizioni, comunque, hanno quale diretta conseguenza l'accumulo di sedimenti sul fondo che determina una diminuzione della sezione utile di deflusso e, quindi, della capacità di trasporto del manufatto. Tale condizione, favorendo un funzionamento in pressione, soprattutto in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi, può provocare, in ultima analisi, danni strutturali ai condotti.

Inoltre è da evidenziare che lungo alcune immissioni poste nel **Tratto C e D** sono stati rinvenuti residui di lavorazioni effettuate all'interno del fabbricato (calcinacci, residui di intonaci e malta) che in alcuni casi si sono solidificati sia sul fondo dell'immissione, sia sul fondo del condotto. A tal proposito è stata effettuata una video ispezione all'interno di una discendente visibile al II° livello che probabilmente va ad immettersi nel condotto C, ipotesi che non ha avuto riscontro in quanto la video ispezione è stata interrotta per la presenza di materiale di risulta all'interno della discendente.

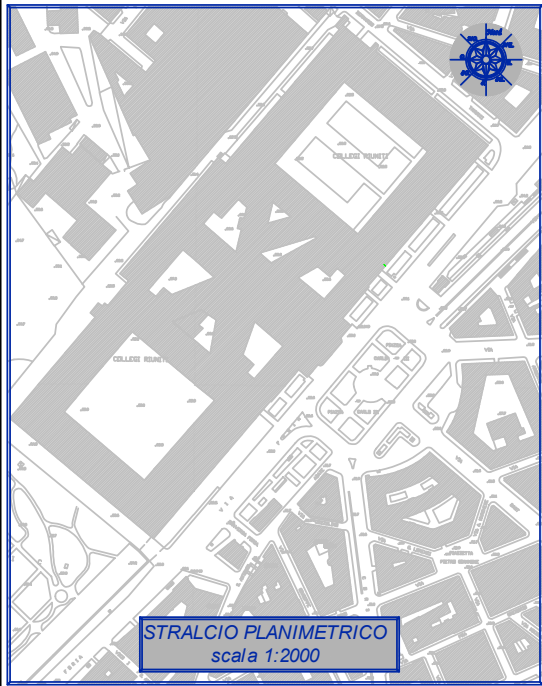
	Rilievo plano altimetrico e verifica degli ambienti sotterranei al livello 0 del lotto AB del Real Albergo dei Poveri -Piazza Carlo III – Napoli	Reg. Com. 063-08 ediz. 10-11-2007 Rev.1 - ga Pag. 8 di 8
---	--	---

Tutte le valutazioni relative allo stato di conservazione dei manufatti fognari oggetto di prospezione televisiva sono riferite alle sole pareti ed alla copertura dei condotti e non allo stato di conservazione del fondo lì dove la presenza di sedimenti e/o acqua ne ha impedito la verifica visiva.

Per una consultazione esaustiva dei risultati emersi dalle indagini eseguite si rimanda all'**Allegato A – Planimetria** ed all'**Allegato B - Rilievo fotografico**.

Napoli, 10 Novembre 2008

Tecno In S.p.A. - Servizi di Ingegneria



COMMITTENTE: COMUNE di NAPOLI
V Direzione Centrale Infrastrutture

LOCALITA': Real Albergo dei Poveri - Piazza Carlo III - Napoli

OGGETTO: Rilievo piano altimetrico e verifica degli ambienti
sotterranei al livelli 0 del lotto AB
del Real Albergo dei Poveri

INDICATA

Tecnici redattori
Geom. Marco FORINO
Speleo Gerardo ALIBERTI

PIANTA

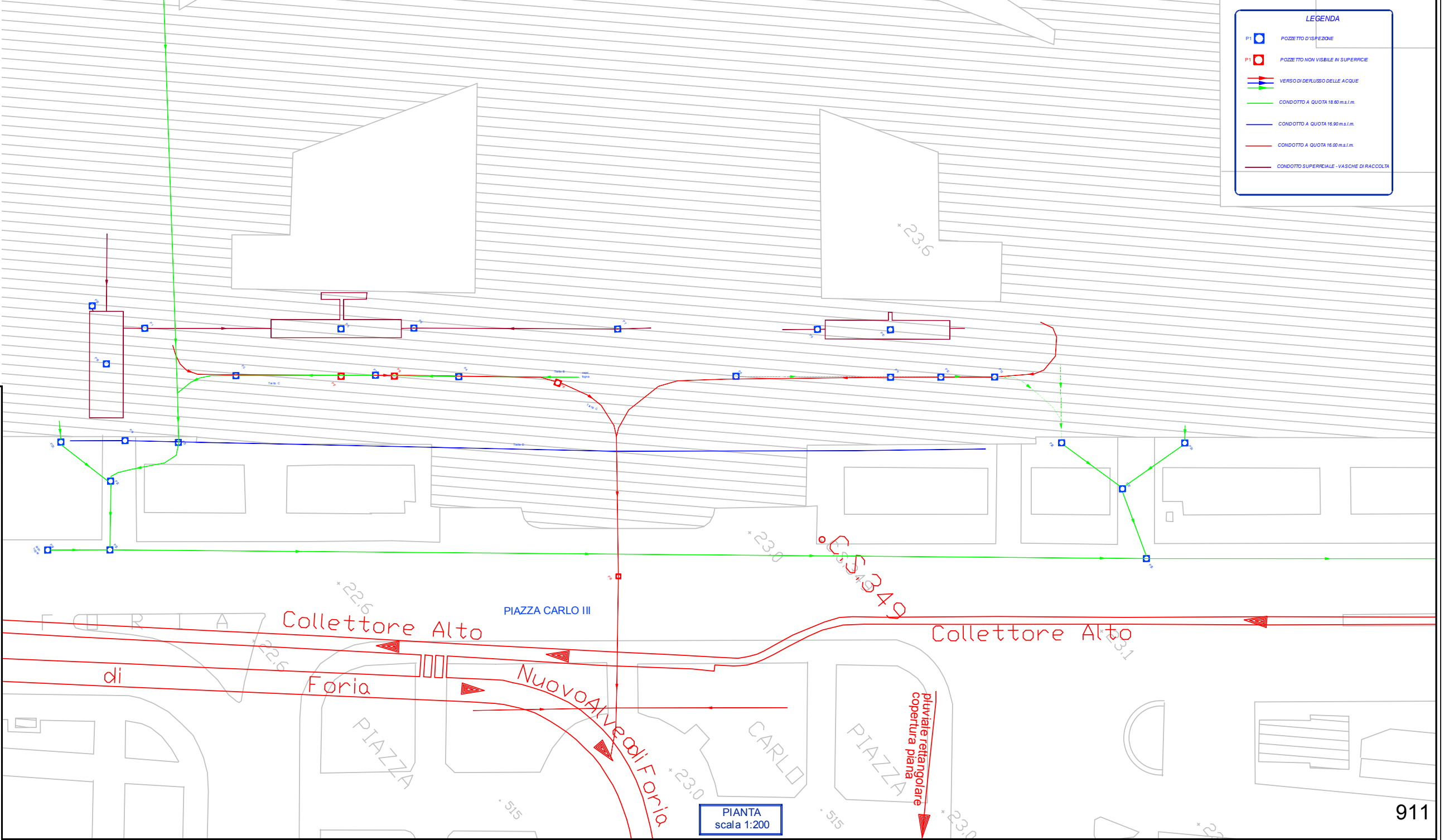
Data	Rev.	Descrizione revisione	controllo DTEC
Ottobre 2008	1	Prima stesura	Dott. Geol. Lucio AMATO

Nome di segno: 063-08 plan.dwg

Allegato:

Reg. Com.: 063-08

80142 Napoli - Seconda Traversa Sottola Sant'Anna alle P.ugli. 11
Tel. 081 / 5634520 - Fax 081 / 5633970
e-mail: tecnoin@tecnoinline.it - www.tecnoinline.it



COMMITTENTE: COS.AP. S.r.l.

OGGETTO: Prove su muratura e controlli non distruttivi su applicazioni di compositi fibrorinforzati eseguite presso l'edificio "Albergo dei Poveri"

LOCALITA': Piazza Carlo III - Napoli

TIPO DI INDAGINE: Prova con martinetti piatti e controlli microsismici

ELABORATO: Relazione Tecnica



Reg.Com.	164.06	
Nome File:	Relazione.doc	
Impresa Esecuttrice		
delle indagini		
TECNO IN S.p.A.		
Servizi di Ingegneria		
 TECNO IN S.p.A.		
Data	Rev.	Revisione
29.11.06	001	Emissione



Tecno In S.p.A.

*Laboratorio Geotecnico su Terre e Prove in Situ
Conc. N° 53363 del 06.05.05 Ministero Infrastrutture e Trasporti
Laboratorio Prove su Materiali da Costruzione
Conc. N° 40228 del 27.04.95 Ministero Infrastrutture e Trasporti*

TECNO IN
SERVIZI DI INGEGNERIA



80142 Napoli - 2° trav. Strada S. Anna alle Paludi, 11
Tel. 081/5634520 - fax 081/5635970
00197 Roma - Viale Parioli, 55/s,
Tel. 06/8080362 - fax 06/8074672 (solo non certificata)
e-mail: tecnoin@tecnoincalini.it - www.tecnoin.it - www.tecnoonline.it
P.Iva 05016170630 - CCIAA Na 411847 - Reg. Imprese 3275/86 -

INDICE

1 - Premessa	3
2 - Convenuti	3
3 - Prove con martinetti piatti	3
3.1 - Descrizione attrezzatura	3
3.2 - Descrizione della metodologia di prova	4
3.2.1 - Prova con martinetto piatto singolo	4
3.2.2 - Prova con martinetto piatto doppio	5
3.3 - Risultati	6
3.3.1 - Prove con martinetto singolo	6
3.3.2 - Prove con martinetto doppio	7
4 - Controlli microsismici	10
4.1 - Metodologia di indagine	10
4.2 - Risultati	11



1 - Premessa

La COS.AP. S.r.l. ha conferito l'incarico¹ alla Tecno In S.p.A. di effettuare, presso l'edificio "Albergo dei Poveri", sito in Napoli alla Piazza Carlo III, una campagna di prove di collaudo comprendenti n° 1 prova con martinetto piatto singolo, n° 1 prova con doppio martinetto piatto ed un controllo microsismico su camposito FRP in opera.

L'indicazione degli elementi strutturali da sottoporre ad indagine è stata fornita in sito dal Collaudatore Direttore Ing. Sergio Di Francesco.

2 - Convenuti

Ing. Sergio	DI FRANCESCO	<i>Collaudatore</i>
Ing. Andrea	ESPOSITO	<i>Direttore dei Lavori</i>
Sig. Giuliano	QUARANTA	<i>Rappresentante Impresa COS.AP. S.r.l.</i>
Ing. Alessandro	SORRENTINO	<i>Rappresentante Tecno In S.p.A.</i>

3 - Prove con martinetti piatti

3.1 - Descrizione attrezzatura

L'attrezzatura utilizzata per l'esecuzione delle prove è la seguente:

- Piastrine circolari metalliche come riferimento per le distanze;
- Deformometro centesimale per la lettura degli spostamenti;
- Pompa pneumatica per fornire la pressione ai martinetti;
- Martinetti semicircolari del diametro di circa 35 cm;
- Sega circolare per eseguire i tagli nella muratura.



Il martinetto piatto, di forma semicircolare allungata, è una cella di carico in acciaio ad alta resistenza azionata idraulicamente, avente le seguenti caratteristiche:

¹ Ns. rf. Offerta n° 323.06 del 03/07/2006 - Ns. rf. Commessa n° 164.06

- superficie: 761,5 cm²
- spessore: 3,5 mm
- diametro: 34,7 cm
- profondità d'installazione: 25,7 cm

3.2 - Descrizione della metodologia di prova

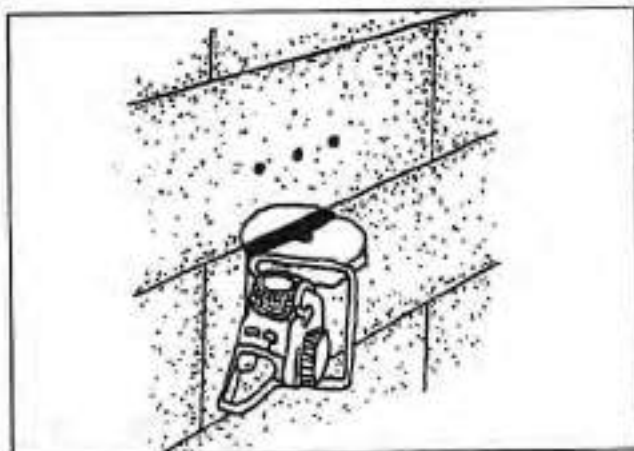
3.2.1 - Prova con martinetto piatto singolo

La prova per la determinazione dello stato di sollecitazione è basata sul rilascio tensionale causato da un taglio piano, normale alla superficie della muratura.

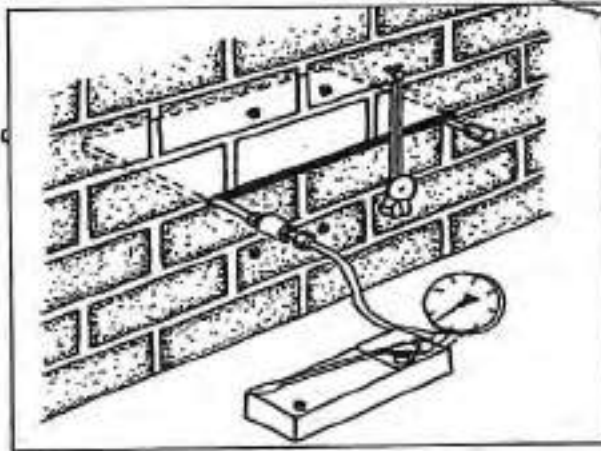
Prima del taglio si misurano le distanze fra tre coppie di riferimento poste a cavallo della sezione in cui questo sarà effettuato. Una volta praticato il taglio, si misurano le deformazioni provocate dal conseguente rilascio tensionale. Nel caso di una muratura soggetta a compressione, si dovrà rilevare un avvicinamento delle coppie di riferimenti.

Inserito il martinetto piatto, si aumenta gradualmente la pressione al suo interno fino ad annullare la deformazione provocata dal taglio.

La validità del principio permane fintanto che nell'intorno della discontinuità prodotta il corpo non esca dal regime elastico lineare. L'eventuale instaurarsi di deformazioni plastiche causate da tensioni troppo elevate, porterebbe ad una sopravvalutazione dello stato di stress.



Taglio mediante sega circolare a lame diamantate



Inserimento del martinetto piatto nella muratura

Il valore dello stato di sollecitazione è dato dalla seguente relazione

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

dove:

- p = pressione del fluido nel martinetto;
- K_m = 0,96 costante del martinetto (fornita dalla casa costruttrice);
- K_a = 0,90 rapporto tra l'area del martinetto e quella del taglio.

3.2.2 - Prova con martinetto piatto doppio

Nella prova con due martinetti viene isolato un elemento semicilindrico di muratura di dimensioni circa 40 x 50 cm e profondità 26 cm, per mezzo di due tagli orizzontali praticati in corrispondenza di due ricorsi di malta.

L'elemento campione viene sottoposto, per mezzo di due martinetti inseriti nei tagli, a cicli di carico e scarico.

Tre coppie di basi di misura verticali, ed una coppia orizzontale, installate sulla superficie libera del campione, permettono di misurare le deformazioni assiali e trasversali del campione di muratura. Questo viene sottoposto a cicli di carico, il primo dei quali arriva fino alla pressione di esercizio determinato in precedenza con la prova singola.

La variazione delle distanze tra le coppie di riferimenti, sono confrontate con le distanze misurate prima dell'inizio dei cicli di carico. Le sollecitazioni vengono incrementate fino all'insorgere di lesioni. Nella curva carico-deformazioni si evidenzia il punto di non linearità degli spostamenti che individua la sollecitazione a rottura dell'elemento murario.

Quanto detto presuppone che siano realizzate due condizioni:

- che le analisi siano condotte nel campo elastico lineare di deformazione;
- che la sconnessione operata non provochi ampie plasticizzazioni sull'elemento sottoposto a prova, a causa di tensioni troppo elevate presenti prima della realizzazione dei tagli.

Le modalità della prova approssimano in maniera soddisfacente un regime di compressione assiale, tuttavia i risultati ottenuti risentono delle condizioni di vincolo dell'elemento sottoposto a controllo.

3.3 - Risultati

3.3.1 - Prove con martinetto singolo

La seguente tabella riporta, per ogni prova eseguita, la tensione di esercizio della muratura, pari alla tensione di ripristino della configurazione muraria precedente al taglio.

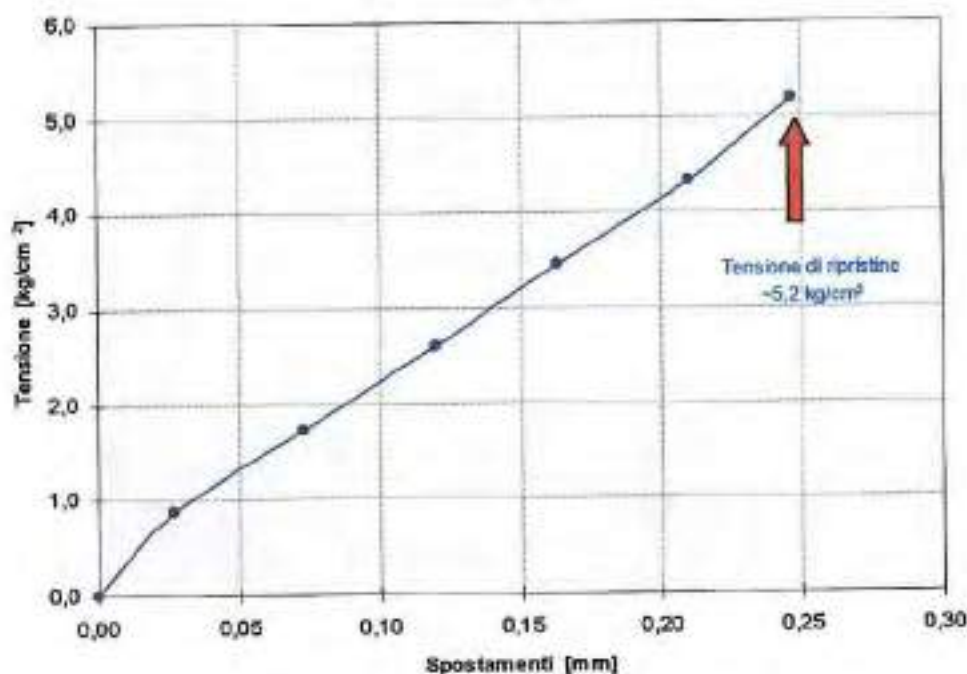
PROVE CON MARTINETTO SINGOLO			
Prova	Identificazione	Tensione di esercizio	
		[kg/cm ²]	[MPa]
MS1	Terzo livello - Parete di spina - 13° setto da sx Muratura in blocchi di tufo e malta a tessitura regolare	5,2	0,51

Si riportano, di seguito, i valori in dettaglio delle letture registrate durante le prove, con i rispettivi diagrammi pressione-spostamenti.

Prova con martinetto singolo [MS1]								
Terzo livello - Parete di spina - 13° setto da sx Muratura in blocchi di tufo e malta a tessitura regolare								
Pressione bar	Carico kg/cm ²	Letture al deformometro			Delta			Media
		1v	2v	3v	1v	2v	3v	
0,0	0,0	88,09	94,50	95,86	0,29	0,22	0,20	0,24
0,0	0,0	87,80	94,28	95,66	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0	0,9	87,85	94,29	95,68	0,05	0,01	0,02	0,03
2,0	1,7	87,93	94,32	95,71	0,13	0,04	0,05	0,07
3,0	2,6	87,97	94,39	95,74	0,17	0,11	0,08	0,12
4,0	3,5	88,02	94,43	95,78	0,22	0,15	0,12	0,16
5,0	4,3	88,06	94,48	95,83	0,26	0,20	0,17	0,21
6,0	5,2	88,10	94,51	95,87	0,30	0,23	0,21	0,25



Martinetto singolo [MS1]



3.3.2 - Prove con martinetto doppio

La seguente tabella riporta, per ogni prova eseguita, la tensione per la quale cominciano a formarsi le prime lesioni e la tensione di rottura della muratura.

PROVE CON MARTINETTO DOPPIO					
Prova	Identificazione	Tensione di prima fessurazione		Tensione di rottura	
		[kg/cm ²]	[MPa]	[kg/cm ²]	[MPa]
MD1	Terzo livello - Parete di spina - 13° setto da sx Muratura in blocchi di tufo e malta a tessitura regolare	19,0	1,86	22,5	2,21

Si riportano, di seguito, i valori in dettaglio delle letture registrate durante le prove, con i rispettivi diagrammi pressione-spostamenti verticali e pressione-spostamenti orizzontali.

Prova con martinetto doppio [MD1]

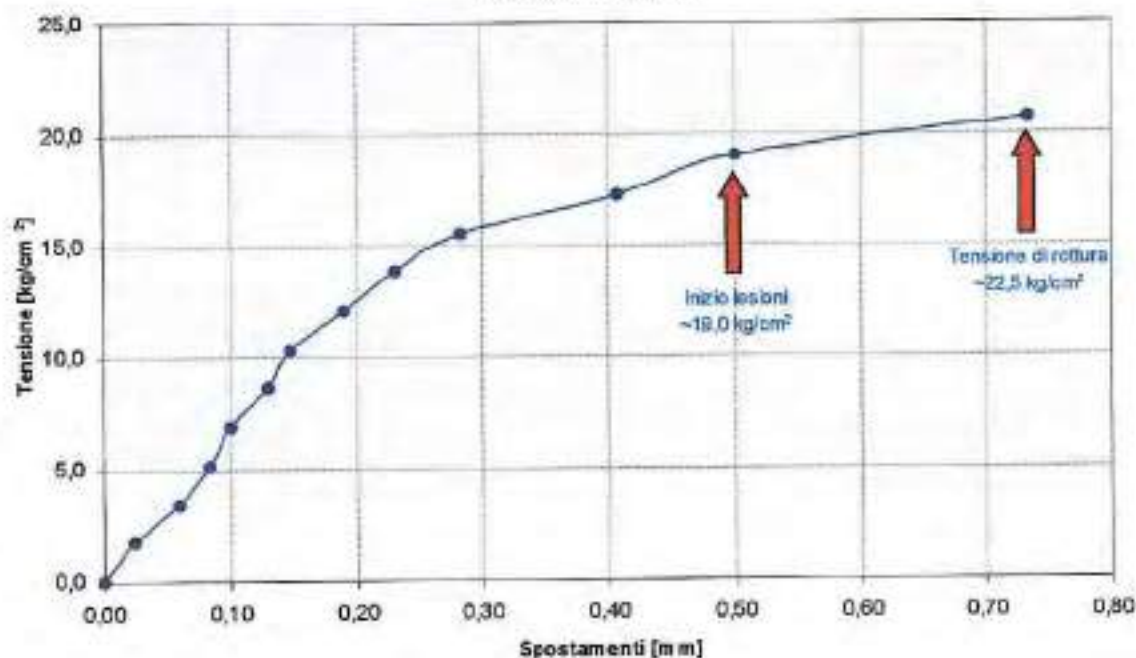
Terzo livello - Parete di spina - 13° setto da sx

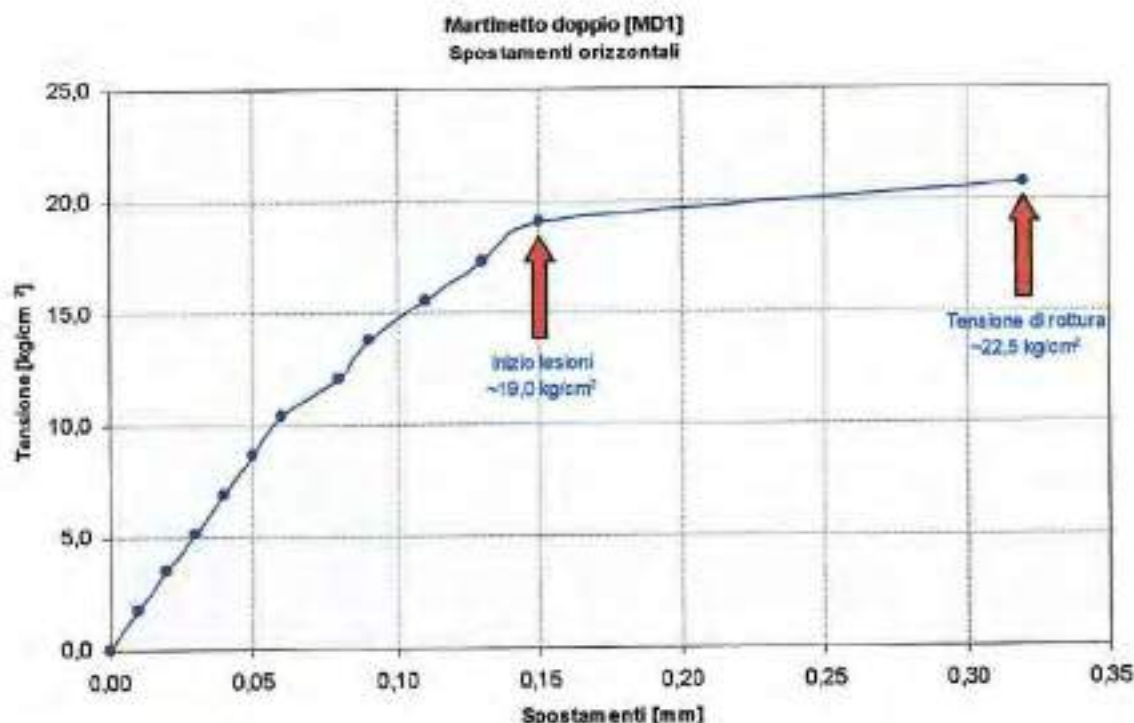
Muratura in blocchi di tufo e malta a tessitura regolare

Press. bar	Carico kg/cm ²	Letture al deformometro				Delta				Media V	Media O
		1v	2v	3v	1o	1v	2v	3v	1o		
0	0,0	240,60	237,63	239,30	223,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,7	240,56	237,61	239,29	223,35	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
4	3,5	240,50	237,58	239,27	223,36	0,10	0,05	0,03	0,02	0,06	0,02
6	5,2	240,48	237,56	239,24	223,37	0,12	0,07	0,06	0,03	0,08	0,03
8	6,9	240,47	237,54	239,22	223,38	0,13	0,09	0,08	0,04	0,10	0,04
10	8,6	240,44	237,50	239,20	223,39	0,16	0,13	0,10	0,05	0,13	0,05
12	10,4	240,42	237,49	239,18	223,40	0,18	0,14	0,12	0,06	0,15	0,06
14	12,1	240,39	237,46	239,11	223,42	0,21	0,17	0,19	0,08	0,19	0,08
16	13,8	240,36	237,41	239,07	223,43	0,24	0,22	0,23	0,09	0,23	0,09
18	15,6	240,33	237,37	238,98	223,45	0,27	0,26	0,32	0,11	0,28	0,11
20	17,3	240,23	237,26	238,82	223,47	0,37	0,37	0,48	0,13	0,41	0,13
22	19,0	240,12	237,15	238,76	223,49	0,48	0,48	0,54	0,15	0,50	0,15
24	20,7	239,94	236,98	238,41	223,66	0,66	0,65	0,89	0,32	0,73	0,32
26	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Martinetto doppio [MD1]

Spostamenti verticali





Dalla prova con martinetti piatti doppi è stato ricavato il modulo elastico della muratura ed il modulo di Poisson.

Il *modulo elastico secante* è stato ricavato, in riferimento al diagramma $\sigma-\epsilon$, sulla secante nei punti corrispondenti a $0,1 f_k$ e $0,4 f_k$, dove per f_k è la tensione di rottura.

Il *modulo elastico secante all'origine* è stato ricavato sulla retta che congiunge l'origine ed il punto del diagramma $\sigma-\epsilon$ corrispondente al primo step di carico.

Si precisa che i valori calcolati risentono delle condizioni di vincolo della porzione di muratura sottoposta a prova e delle limitazioni a cui sono, in genere, soggette le prove in situ.



PROPRIETÀ ELASTICHE						
Prova	Identificazione	Modulo elastico secante		Modulo elastico secante all'origine		Modulo di Poisson
		[kg/cm²]	[MPa]	[kg/cm²]	[MPa]	
MD1	Terzo livello - Parete di spina - 13" setto da sx Muratura in blocchi di tufo e malta a tessitura regolare	16084	1577,8	18408	1805,8	0,40

4 - Controlli microsismici

4.1 - Metodologia di indagine

Lo scopo dell'indagine è la determinazione di eventuali difetti nell'incollaggio di FRP sulla muratura. L'indagine è stata effettuata a campione su di un rinforzo in opera all'intradosso della volta a sostegno del pianerottolo di riposo tra il piano terra ed il 1° piano.

La metodologia si basa sul rilevamento del tempo di propagazione delle onde ultrasoniche prodotte da un'apposita apparecchiatura dotata di una sonda emittente ed una sonda ricevente, posizionate alle estremità della porzione di elemento da investigare. Pertanto, il materiale indagato è quello compreso fra le due sonde.

Il rilievo ultrasonico viene eseguito conformemente alla norma UNI 9524/89.

Le misure possono, in genere, essere eseguite secondo tre modalità in base alla posizione reciproca delle sonde:

- per *trasmissione diretta* (o per trasparenza) - le due sonde sono poste su facce opposte degli elementi indagati e quindi l'onda attraversa il campione per tutto il suo spessore;
- per *trasmissione semidiretta* - le due sonde sono poste su facce limitrofe dell'elemento esaminato (in tal caso il percorso delle onde avviene quindi lungo l'ipotenusa del triangolo rettangolo i cui cateti sono costituiti dallo spigolo dell'elemento indagato);
- per *trasmissione indiretta* (o per superficie) - le due sonde sono poste sulla stessa faccia dell'elemento da indagare.

Nel caso in esame si sono effettuate misure per superficie.

Nota la distanza percorsa dall'onda, pari alla distanza tra le sonde, e misurato il tempo di propagazione, si ricava la velocità. Spostando le due sonde lungo dei percorsi secondo una maglia prefissata è possibile individuare anomalie e/o difetti all'interno del materiale (vuoti, intrusioni, discontinuità, ecc.). Ad ogni alterazione di omogeneità corrisponde una variazione del tempo di propagazione, e quindi della velocità.

La maglia utilizzata per le misure è la seguente:





Per l'indagine è stata utilizzata un'apparecchiatura di marca MAE mod. A3000-U e software di elaborazione DGWIN.

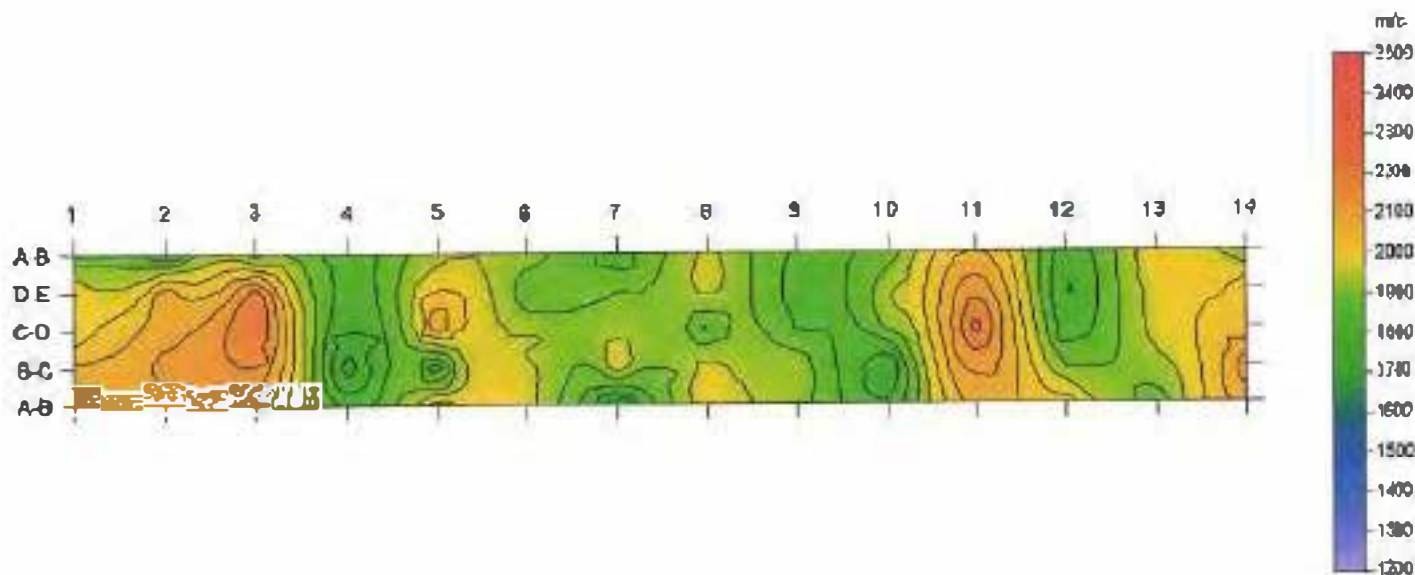
4.2 - Risultati

Si riportano, di seguito, le velocità ultrasoniche rilevate (esprese in m/s) in riferimento ai tratti indicati sulla griglia.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
E-F	1862	1773	1855	1826	1924	1947	1800	1968	1845	1855	2052	1834	2008	1887	E-F
D-E	2003	2113	2198	1837	1999	1844	1907	1884	1824	1948	2126	1795	1970	2044	D-E
C-D	1958	2052	2200	1811	2132	1948	1923	1821	1838	1924	2228	1820	1977	1999	C-D
B-C	2082	2143	2146	1712	1704	1961	2017	1883	1944	1724	2113	1889	1936	2146	B-C
A-B	2154	2037	2066	1842	2068	1970	1665	1987	1914	1815	2069	2030	1867	2064	A-B
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

Da tali valori è stata ricavata, per interpolazione, la seguente mappa cromatica con curve di isovelocità.





La distribuzione di velocità ultrasoniche si mantiene pressoché omogenea in un intorno di 2000 m/s (colore verde-giallo-arancio), non si riscontrano aree caratterizzate da velocità ultrasoniche nettamente inferiori, che apparirebbero di colore blu-violetto.

Napoli, 29 Novembre 2006

Tecno In S.p.A. - Servizi di Ingegneria
TECNO IN S.p.A.

