



# AIPO

Agenzia Interregionale per il fiume Po



COMUNE DI STAGNO LOMBARDO  
Provincia di Cremona

SETTORE POLITICHE ENERGETICHE PATRIMONIO AMBIENTE SERVIZI LAVORI PUBBLICI

Titolo del Progetto

**CR-E-815 Rifacimento chiavica del Fossadone sull'Argine Maestro sinistro del fiume Po  
in Comune di Stagno Lombardo (CR) - Cod OPERA 936 - CUP B53H19000290002 - CIG 82186558A7**

Livello di progettazione

**PROGETTO DEFINITIVO**



Progettazione  
Ing. Gian Lorenzo Bernini  
Ing. Rosaria Ragazzini  
Geologia e Geotecnica  
Dott. Geol. Alberto Trivioli

Indagini  
Geognostiche:



Titolo

Caratterizzazione dei materiali delle strutture esistenti

Numero

**2020-815-CR-GE03**

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
02	28.08.2020	Aut. Paesaggistica	RR	RR	FA
03	23.12.2020	Progetto Definitivo	AT	RR	FA

## Sommario

1	PREMESSA .....	2
2	INDAGINI SUL MANUFATTO CHIAVICALE ESISTENTE .....	4
2.1	CAMPAGNA DI INDAGINI 2015 .....	4
2.2	CAMPAGNA DI INDAGINI 2020 .....	5
3	INDAGINI E PROVE SUL PONTE AD ARCO .....	7
3.1	CAMPAGNA DI INDAGINI 2015 .....	7
3.2	CAMPAGNA DI INDAGINI 2020 .....	8
3.3	PROVA DI CARICO 2015.....	9
4	CERTIFICATI ALLEGATI .....	10

## **1 PREMESSA**

Il progetto del nuovo impianto chiavicale e del sistema di sollevamento s'inserrerà in affiancamento alla struttura esistente di compartimentazione dell'attraversamento del cavo entro l'argine maestro di Po.

Il fabbricato attuale si compone di una struttura chiavicale a struttura portante in calcestruzzo armato, inclusa nell'ingombro del corpo arginale, a cui è affiancato un ponte ad arco in muratura, ad unica campata di luce pari a 7.50 m, funzionale all'attraversamento del cavo Fossadone.

Entrambe le strutture furono realizzate in asse con il tracciato arginale, con quota di piano stradale e di manovra riferiti alla "originaria" sommità arginale maestra di 38.00 m s.l.m. non più adeguata all'attuale livello idrometrico TR200 (PAI) di Po, valutato a quota 38.17 m s.l.m. sulla sezione del manufatto (riferibile alla sezione 27B del Catasto Arginature maestre di Po - AIPO). La non possibilità di adeguamento sommitale del tratto arginale intercettato dal ponte in muratura e dall'adiacente manufatto chiavicale, ha indotto la formazione di una concavità nell'andamento altimetrico della sommità arginale attuale. Il nuovo manufatto idraulico, pertanto, oltre a garantire la compartimentazione arginale e il deflusso delle portate del Fossadone, dovrà compensare la criticità altimetrica, mediante un impalcato ed un rilevato arginale di apporto adeguati per quota altimetrica per tenuta idraulica. L'impalcato inoltre, dovrà consentire la continuità della pista arginale, e per tale ragione sarà dimensionato (come riscontrabile dalla relazione di predimensionamento strutturale allegata al presente Progetto Preliminare) per garantire un transito stradale di 1° cat.

La Committente, tuttavia, ha espresso la volontà di non dismettere quanto già in loco, ossia di:

- ⇒ Mantenere l'impianto chiavicale esistente con funzione di doppio scudo di sicurezza
- ⇒ Conservare l'attraversamento su ponte ad arco, limitando tuttavia l'accesso ai soli addetti AIPO.

Tali esigenze hanno vincolato in sede di progettazione preliminare le scelte progettuali di definizione della proposta architettonica della nuova struttura ed hanno ampliato la campagna di rilievo e d'indagini geognostiche dello stato di fatto includendo, oltre alla conformazione topografica e geologica dei luoghi, anche alle attività di:

- ✓ Rilievo architettonico dei manufatti esistenti
- ✓ Caratterizzazione meccanica dei materiali (c.l.s. e barre d'armatura) del manufatto chiavicale
- ✓ Caratterizzazione meccanica delle murature portanti del ponte ad arco
- ✓ Valutazione prestazionale del ponte

L'elaborato riepiloga quindi la campagna di indagini diagnostiche di caratterizzazione delle prestazioni meccaniche dei materiali costitutivi gli elementi strutturali del fabbricato di regolazione idraulica esistente e del ponte ad arco in muratura di attraversamento arginale, organizzate nell'ambito dei livelli di progettazione "Preliminare" (ossia di Fattibilità tecnico-economica) e Definitiva-Esecutiva.

I dati acquisiti sono quindi serviti da supporto, in sede di progettazione definitiva, per la valutazione della sicurezza e vulnerabilità sismica del fabbricato di regolazione esistente, in sede di progettazione esecutiva alla verifica di sicurezza e vulnerabilità sismica del ponte ad arco in muratura di attraversamento del Fossadone in corrispondenza della chiavica esistente.

Tali attività sono rese necessarie dalla scelta progettuale, già espressa in sede di progettazione preliminare, di conservazione dei manufatti esistenti.

L'assetto progettuale della infrastruttura idraulica di regolazione e sollevamento, infatti, considera:

- Il sistema di paratoie presenti nel manufatto di regolazione attuale come un presidio di sicurezza in caso di avaria o manutenzione del sistema principale a progetto;
- L'attraversamento su ponte ad arco come un elemento funzionale al percorso ciclo-pedonale di sommità arginale.

In ragione di ciò, le analisi strutturali di valutazione della sicurezza statica e vulnerabilità sismica della chiavica esistente e del ponte ad arco, considereranno:

- Il declassamento della infrastruttura esistente da una classe d'uso IV (*"Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti..."*) ad una classe d'uso II (*"Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali"*)
- Il declassamento del ponte ad arco da ponte stradale di 2° cat a ponte ciclo pedonale (con azione accidentale distribuita pari a 500 daN/mq)

La scelta di conservazione dei manufatti esistenti consente, durante le fasi di realizzazione della nuova infrastruttura idraulica, la funzionalità del presidio di sicurezza idraulica e la transitabilità della sommità arginale.

Ad opera eseguita, le strutture esistenti potranno essere sia mantenute nell'ambito delle funzionalità "ridotte" sopra descritte, come pure demolite senza vincoli di funzionalità e operatività della infrastruttura idraulica di progetto tale da:

- Garantire l'efficacia del sistema di compartimentazione idraulica
- Implementare il sistema con la possibilità di regolazione idraulica per sollevamento delle portate in arrivo;
- Ripristinare, con il nuovo impalcato, la continuità della quota di sommità arginale.

Nell'ambito del livello di progettazione definitiva si è quindi inclusa la Valutazione della Sicurezza e Vulnerabilità Sismica del sistema chiavicale esistente con le elaborazioni prodotte in Doc. 2020-815-CR-STR5, a cui si rimanda.

Il ponte in muratura, la cui efficacia a sostenere in ambito statico carichi di tipo stradale, è stata accertata, in sede di valutazione preliminare, mediante apposita prova di carico, verrà invece trattato nella successiva fase di progettazione esecutiva.

Nei paragrafi seguenti verranno pertanto riepilogate le indagini sui materiali e sulle strutture effettuate tra le annualità 2015-2016 nell'ambito dell'attività di progettazione preliminare e quanto implementato nel 2020 in sede di progettazione definitiva-esecutiva.

## **2 INDAGINI SUL MANUFATTO CHIAVICALE ESISTENTE**

### **2.1 CAMPAGNA DI INDAGINI 2015**

Le parti strutturali dell'edificio, composto da una parte "in alveo" e da un fabbricato in elevazione al di sopra del piano sommitale arginale, sono state preliminarmente indagate nel 2015 da un solo campionamento "distruttivo" effettuato sul pilastro d'angolo del fabbricato in elevazione da quota arginale.

Si precisa che, nella campagna di indagini 2015 non si effettuò la caratterizzazione meccanica del calcestruzzo delle murature di sponda e dei setti in alveo del manufatto chiavicale esistente, limitando l'indagine "distruttiva" al solo pilastro di elevazione del fabbricato e ritenendo di potere affidare a verifiche indirette, e non distruttive, la valutazione comparativa delle caratteristiche di resistenza dei getti degli altri elementi strutturali.

Allo stesso modo, l'estrazione di ferri dalle parti in c.a. del fabbricato venne limitata ad un solo prelievo di staffatura, così da non compromettere la resistenza degli elementi strutturali, ritenendo di potere quindi comparare le prestazioni meccaniche delle barre di armatura della struttura (rilevabili mediante indagine pacometrica) con quanto riscontrato sul campione.



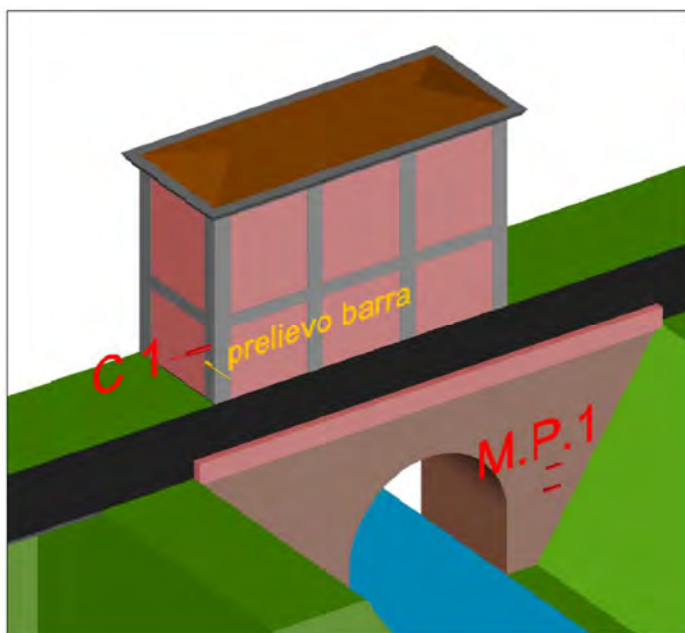
**Figura 1: Ubicazione della estrazione di carota di cls – campagna di indagini 2015**



**Figura 2: Ubicazione della campionatura del ferro d'armatura – campagna di indagini 2015**

Le prove effettuate nel 2015 sull'edificio chiavicale consistettero quindi in :

- ⇒ Estrazione di una carota di cls e verifica della sua resistenza a compressione;
- ⇒ Estrazione di una barra di armatura con verifica della sua resistenza a trazione (e relativo allungamento);



**Figura 3: Ubicazione delle prove sugli edifici esistenti – campagna di indagini 2015**

In allegato alla presente relazione sono ri-prodotti i certificati di laboratorio delle prove, emessi dal L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l..

## 2.2 CAMPAGNA DI INDAGINI 2020

Preso atto delle prescrizioni normative relative ai requisiti minimi della campagna di indagini diagnostiche di caratterizzazione dei materiali degli edifici esistenti nell'ambito di un livello di conoscenza LC1 (Circ. n.7 2019 – tabb.C8.5.IV e C8.5.V), sono stati inclusi:

- **n. 1 microcarotaggio** nella struttura di elevazione con prova a compressione del provino
- **n. 1 microcarotaggio** nella zona di canne di scarico con prova a compressione del provino

**Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio**

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(\*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

**Figura 4: Circolare CSLLPP n.7 del 21/01/19 – Tab. C8.5.IV**

**Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.**

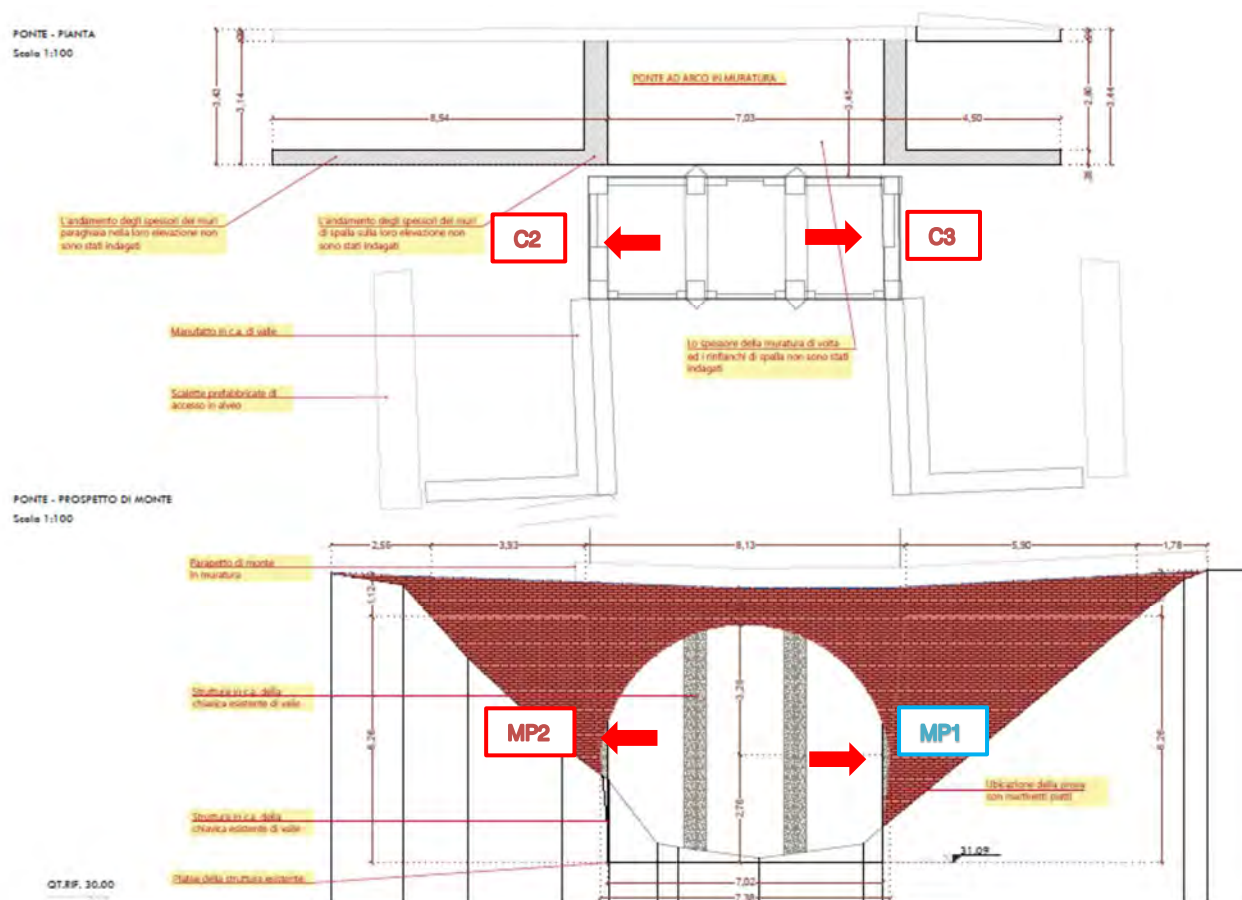
Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi) <sup>(a)</sup>	Prove (sui materiali) <sup>(b)(c)(d)</sup>
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

**Figura 5: Circolare CSLP n.7 del 21/01/19 – Tab. C8.5.V**

Alla data (dicembre 2020) di elaborazione del livello di definizione progettuale definitivo dell'intervento, causa condizioni idrometriche non favorevoli, non è stato possibile effettuare le prove programmate.

La verifica di sicurezza della struttura idraulica esistente è stato pertanto sviluppata sulla base della caratterizzazione dei materiali "introdotta" con il livello di progettazione preliminare.

In sede di progettazione esecutiva si provvederà ad acquisire il numero minimo di prove conforme ad un livello di conoscenza LC1 per la struttura e ad adeguare la valutazione della sicurezza e vulnerabilità sismica, se necessario.


**Figura 6: Ubicazione programmata delle prove integrative 2020 (in ROSSO) su chiavica e ponte**

### 3 INDAGINI E PROVE SUL PONTE AD ARCO

#### 3.1 CAMPAGNA DI INDAGINI 2015

Per quanto riguarda il ponte ad arco, invece, nel 2015 non venne effettuato alcun esplorativo di controllo degli spessori di cappa e della muratura di volta o di spalla, ovvero, delle dimensioni geometriche non direttamente visibili necessarie per una verifica strutturale analitica dell'impalcato. Di contro, considerati:

- ⇒ le buone condizioni della struttura;
- ⇒ la funzione accessoria attribuita dalle scelte gestionali e progettuali all'impalcato esistente;

si optò per un controllo puntuale delle prestazioni meccaniche del paramento murario ed una prova “funzionale” di carico, mediante controllo della deformabilità di estradosso sotto l'azione di carichi stradali in chiave arco e asimmetrici in spalla applicati per un tempo di almeno 1 ora.

La muratura costitutiva della struttura venne tuttavia indagata mediante la effettuazione di una **prova con martinetto piatto (singolo e doppio)** sulla muratura del paramento di spalla del ponte ad arco, con ubicazione come da vista solida di figura 3 (sigla M.P.1)

In allegato alla presente relazione sono ri-presentati i risultati delle prove con martinetto piatto (singolo e doppio) da cui è stato possibile comparare la muratura di spalla, sul cui concio di indagine è stato stimato un valore del modulo elastico longitudinale  $E$  di  $37.000 \text{ daN/cm}^2$ , ad una muratura di mattoni pieni con malta M2, caratterizzata dai seguenti valori “di letteratura”:

Resistenza caratteristica a compressione verticale	$f_k$	34	$\text{daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione orizzontale	$f_{hk}$	17	$\text{daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica a taglio in assenza di azione assiale	$f_{vko}$	2	$\text{daN/cm}^2$
Modulo di elasticità normale	$E$	34.000	$\text{daN/cm}^2$
Modulo di elasticità tangenziale	$G$	13.600	$\text{daN/cm}^2$



**Figura 7: Immagini della prova con martinetto piatto – 2015**

### 3.2 CAMPAGNA DI INDAGINI 2020

La campagna di indagini 2020 sulle strutture in muratura del ponte ad arco, ha tenuto conto delle prescrizioni normative (Circ. n.7 21/01/19 tabb. C8.5.I-II-III ) riferite ad una analisi della sicurezza e vulnerabilità sismica degli elementi strutturali condotta nell'ambito di un livello di conoscenza LC1, in cui si prevede:

- L'utilizzo di valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura come da indicazioni tabellari di tab. C8.5.I;
- L'applicazione dei valori minimi tabellari delle resistenze;
- L'applicazione dei valori medi degli intervalli tabellari per quanto concerne i Moduli elastici
- L'eventuale applicazione di fattori correttivi dei valori minimi e medi mediante indagini in sito di quantità adeguata.

Scelto di approcciare le analisi di sicurezza statica e vulnerabilità sismica in ambito LC1, la campagna di indagini 2020 è stata finalizzata a confermare la caratterizzazione tipologica della muratura/e costitutiva/e gli elementi strutturali del ponte in muratura così da potere correlare senza incertezze i valori tabellari previsti da circolare con il tipologico riscontrato in opera. In ragione di ciò, la campagna di indagini 2020 è stata completata da una sola ulteriore prova con martinetto doppio, di cui in allegato si produce certificato di prova.

**Tabella C8.5.1** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{v0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$w$ (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

**Figura 8: Circolare CSLLPP n.7 del 21/01/19 – Tab. C8.5.I**

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrate	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

**Figura 9: Circolare CSLP n.7 del 21/01/19 – Tab. C8.5.II**

### 3.3 PROVA DI CARICO 2015

Il paragrafo ripropone la descrizione della modalità di realizzazione della prova di carico sul ponte in muratura ed i risultati ottenuti. Nello specifico, si caricò l'impalcato con un mezzo 3 assi a pieno carico (33.460 kg) secondo due configurazioni:

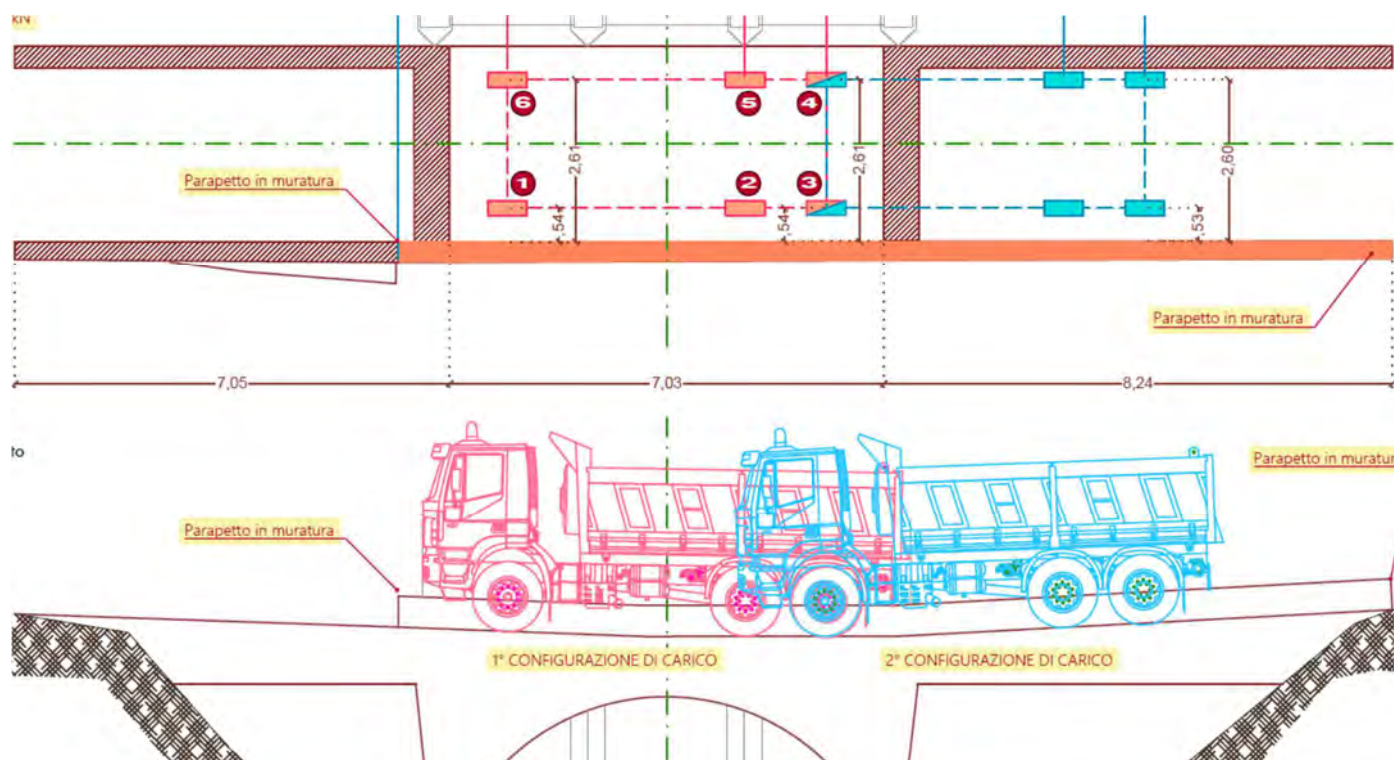
- ⇒ “centrata” con mezzo posizionato in chiave;
- ⇒ “asimmetrica” con mezzo posizionato tra spalla e imposta

Entrambe le condizioni vennero mantenute protratte per un'ora, procedendo quindi alla livellazione del piano di estradosso impalcato lungo 3 coppie di punti di lettura, ubicati in prossimità degli assi del mezzo.

In entrambi i casi le deformazioni riscontrate, pari al massimo ad 1mm, furono ritenute non rilevanti, come dimostrato alla tabella riepilogativa seguente:

Nome punto	Lettura ZERO (ore 11,15)	1° schema (ore 14,13)	Delta quota 1 (m)	2° schema (ore 15,15)	Delta quota 2 (m)
<b>1</b>	299,15949	299,15900	-0,00049	299,15920	-0,00029
<b>2</b>	299,08599	299,08630	0,00031	299,08620	0,00021
<b>3</b>	299,07752	299,07680	-0,00072	299,07630	-0,00122
<b>4</b>	299,16556	299,16490	-0,00066	299,16460	-0,00096
<b>5</b>	299,17077	299,17040	-0,00037	299,17050	-0,00027
<b>6</b>	299,24847	299,24780	-0,00067	299,24820	-0,00027

**Figura 10: Letture effettuate durante la prova**



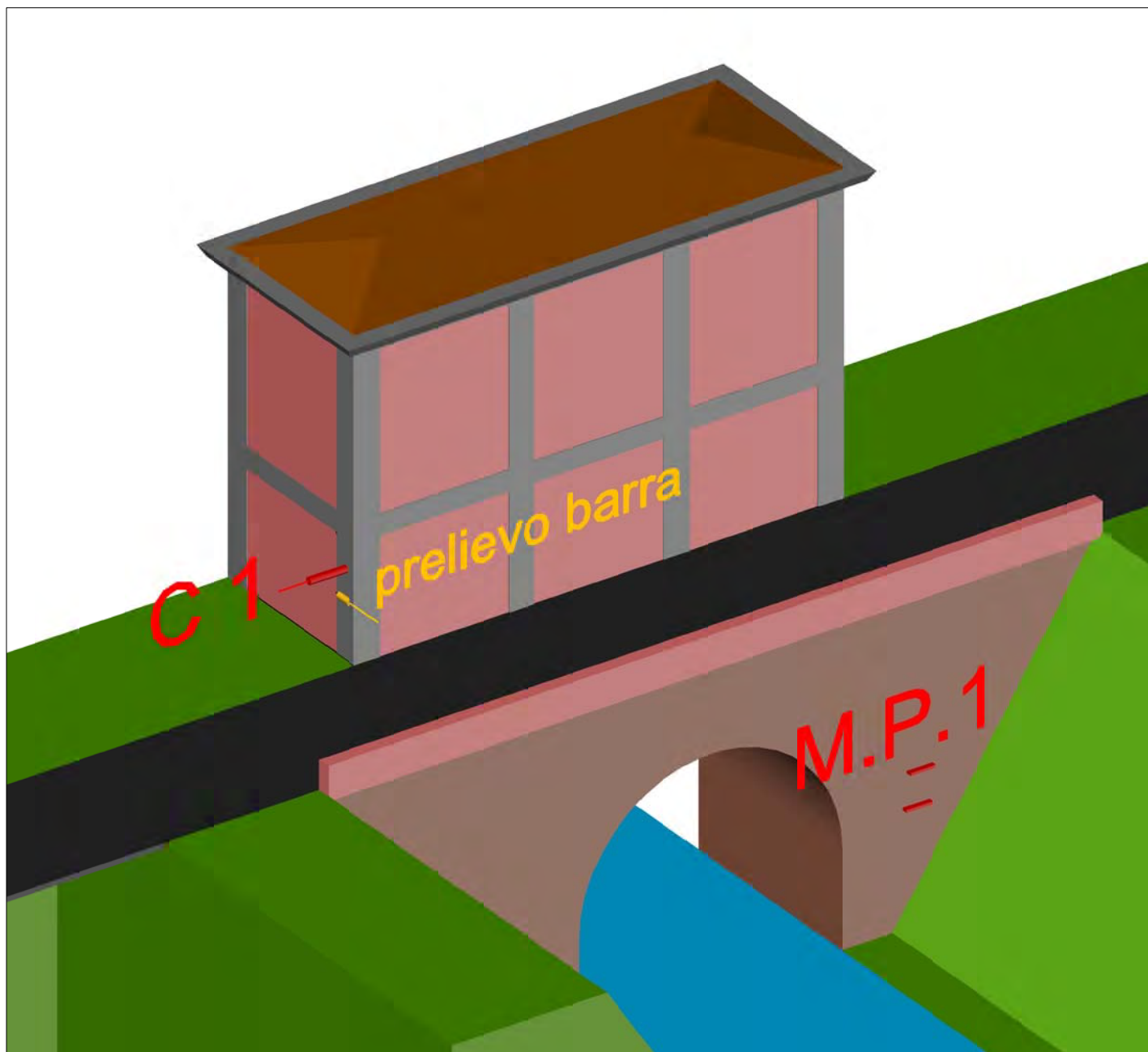
**Figura 11: Schema di carico**

## 4 CERTIFICATI ALLEGATI

- ALLEGATO 1 Tavola Ubicazione Indagini 2015
- ALLEGATO 2 Carotaggi su cls 2015 – Subsoil s.r.l.
- ALLEGATO 3 Rilievo dello stato dei ferri dell'armatura 2015 – Subsoil s.r.l.
- ALLEGATO 4 Martinetti piatti 2015 – Subsoil s.r.l.
- ALLEGATO 5 Rapporto di prova 276B/16 Laboratorio Tecnologico Mantovano – Prova a compressione su carote
- ALLEGATO 6 Rapporto di prova 90B/16 Laboratorio Tecnologico Mantovano – Prova a trazione su acciai per c.a.

## **ALLEGATO 1**

Tavola Ubicazione indagini



## **ALLEGATO 2**

Carotaggi su cls



SUBSOIL s.r.l.

Via Morandi, 3 - 42020 Quattro Castella (RE)  
tel 0522.887268 - fax 0522.249540

**OGGETTO:** INTEGRAZIONI INDAGINI PRESSO CHIAVICA IN LOCALITA' STAGNO LOMBARDO (CR).

**CANTIERE:** STAGNO LOMBARDO (CR)

**COMMITTENTE:** ISI - Ingegneria e Ambiente

**PROVA:** CAROTAGGIO - S 1

**DATA:** FEBBRAIO 2016



CUMM.: ISI - Ingegneria e Amb.  
CANTIERE: STAGNO LOMB.  
OGGETTO: Indagini Chiavica  
DATA: 25/02/2016



### **ALLEGATO 3**

Rilievo dello stato dei ferri dell'armatura



**SUBSOIL s.r.l.**

Via Morandi, 3 - 42020 Quattro Castella (RE)  
tel 0522.887268 - fax 0522.249540

**OGGETTO:** INTEGRAZIONI INDAGINI PRESSO CHIAVICA IN LOCALITA' STAGNO LOMBARDO (CR).

**CANTIERE:** STAGNO LOMBARDO (CR)

**COMMITTENTE:** ISI - Ingegneria e Ambiente

**PROVA:** Prelievo ferro armatura

**DATA:** 4 marzo 2016

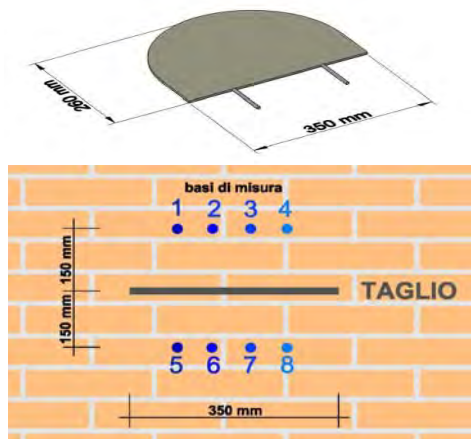


COMM.: ISI - Ingegneria e Ambiente  
OGGETTO: Indagini Chiavica  
LOCALITA': STAGNO LOMBARDO (CR)  
PROVA: PRELIEVO FERRI ARMATURA



## **ALLEGATO 4**

Martinetti piatti



**CARATTERISTICHE MARTINETTO PIATTO**

Tipo:	SEMIOVALE
Dimensioni:	mm 350x260x4
Area ( $A_m$ ):	cm <sup>2</sup> 771,56
Coeff. di taratura ( $K_m$ ):	0,83

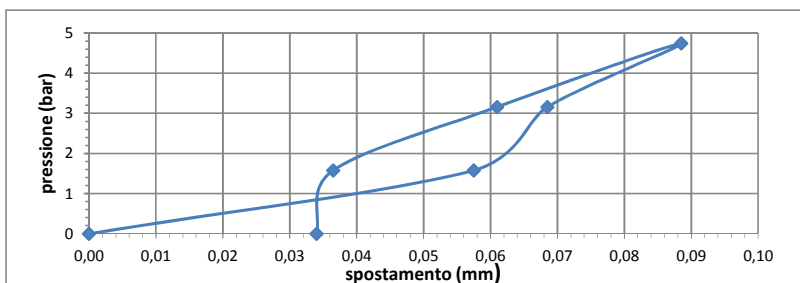
**DATI IDENTIFICATIVI DELL'AREA DI PROVA**

Numero basi primarie:	n. 7
Lunghezza basi primari:	mm 300
Superficie di taglio ( $A_t$ ):	cm <sup>2</sup> 811
Coeff. di forma ( $K_a = A_m/A_t$ ):	0,95
Coeff. correzione pressione ( $K_p = K_a \times K_m$ ):	0,79

**MATERIALE INVESTIGATO:** muratura in mattoni pieni

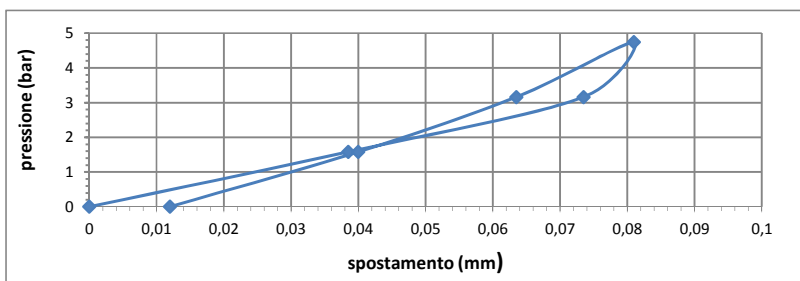
	tempo	pressione (Bar)		BASE 1-5			BASE 2-6			BASE 3-7			BASE 4-8		
		naturale	corretta	lettura	media	$\Delta I$	lettura	media	$\Delta I$	lettura	media	$\Delta I$	lettura	media	$\Delta I$
CARICO	pre-taglio	0,0	0,00	2,935	2,951		4,054	4,047		2,252	2,251		4,033	4,018	
				2,966			4,039			2,250			4,002		
	taglio 0,00	0,0	0,00	2,907	2,924	0,000	3,986	3,996	0,000	2,187	2,195	0,000	3,968	3,970	0,000
				2,941			4,005			2,203			3,971		
	0,04	2,0	1,58	2,986	2,982	0,058	4,034	4,034	0,039	2,208	2,212	0,017	3,971	3,978	0,008
				2,977			4,034			2,216			3,984		
	0,08	4,0	3,16	2,984	2,993	0,068	4,061	4,069	0,074	2,234	2,235	0,040	4,032	4,020	0,050
				3,001			4,077			2,236			4,008		
	0,12	6,0	4,74	3,014	3,013	0,089	4,071	4,077	0,081	2,251	2,250	0,055	4,037	4,034	0,064
				3,011			4,082			2,249			4,031		
SCARICO	0,16	4,0	3,16	2,986	2,985	0,061	4,060	4,059	0,063	2,236	2,233	0,038	4,029	4,027	0,057
				2,984			4,058			2,230			4,024		
	0,20	2,0	1,58	2,950	2,961	0,037	4,038	4,036	0,040	2,212	2,210	0,015	3,990	3,990	0,021
				2,971			4,033			2,207			3,990		
	0,24	0,0	0,00	2,959	2,958	0,034	4,030	4,008	0,012	2,201	2,200	0,005	3,970	3,974	0,004
				2,957			3,985			2,198			3,977		





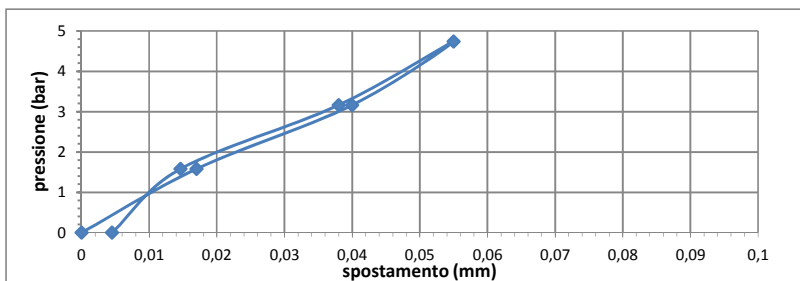
**BASE 1-5**

$a = 0,67$   
 $b = 0,027$



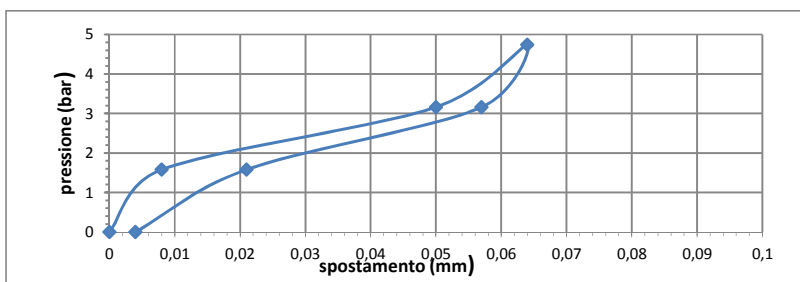
**BASE 2-6**

$a = 2,81$   
 $b = 0,051$



**BASE 3-7**

$a = 4,62$   
 $b = 0,056$



**BASE 4-8**

$a = 3,18$   
 $b = 0,048$

$a$  pressione di compensazione [bar]  
 $b$  spostamento al ripristino [mm]

**OGGETTO:** INTEGRAZIONI INDAGINI PRESSO CHIAVICA IN LOCALITA' STAGNO LOMBARDO (CR).

**CANTIERE:** STAGNO LOMBARDO (CR)

**COMMITTENTE:** ISI - Ingegneria e Ambiente

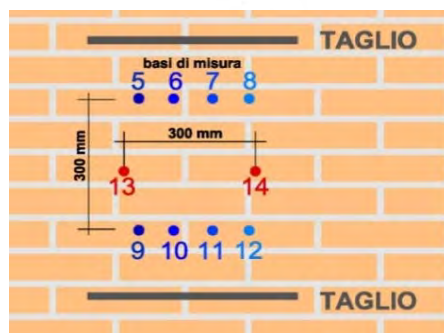
**PROVA:** Martinetto Doppio 1

**DATA:** 4 Marzo 2016



# **CARATTERISTICHE MARTINETTO PIATTO**

Tipo:		SEMIOVALE
Dimensioni:	mm	350x260x4
Area ( $A_m$ ):	cm <sup>2</sup>	771,6
Coeff. di taratura ( $K_m$ ):		0,83



# **DATI IDENTIFICATIVI DELL'AREA DI PROVA**

Numero basi primarie:	n.	5
Lunghezza basi primari:	mm	300
Superficie di taglio ( $A_t$ ):	cm <sup>2</sup>	811
Coeff. di forma ( $K_a = A_m/A_t$ ):		0,95
Coeff. correzione pressione ( $K_p = K_a \times K_m$ ):		0,79

# **MATERIALE INVESTIGATO:**

tempo	pressione (Bar)		BASE 5-9			BASE 6-10			BASE 7-11			BASE 8-12			BASE 13-14			
	naturale	corretta	lettura	media	$\Delta I$	lettura	media	$\Delta I$	lettura	media	$\Delta I$	lettura	media	$\Delta I$	lettura	media	$\Delta I$	
CARICO	pre-taglio	0,0	0,00	2,304	2,292		3,032	3,033		3,407	3,408		1,361	1,372		1,864	1,859	
				2,279		3,034	3,409		1,382	1,853								
	taglio 0,00	0,0	0,00	2,546	2,544	0,000	3,055	3,061	0,000	3,664	3,612	0,000	1,405	1,408	0,000	1,835	1,835	0,000
				2,541			3,066			3,559			1,410			1,834		
	0,04	2,0	1,58	2,551	2,550	-0,006	3,062	3,057	0,004	3,642	3,645	-0,033	1,395	1,395	0,013	1,836	1,835	0,000
				2,548			3,052			3,648			1,395			1,834		
	0,08	4,0	3,16	2,538	2,530	0,014	3,044	3,044	0,017	3,645	3,644	-0,032	1,380	1,381	0,027	1,861	1,859	0,025
				2,521			3,044			3,643			1,381			1,857		
	0,12	6,0	4,74	2,502	2,510	0,034	3,042	3,041	0,020	3,639	3,637	-0,025	1,355	1,360	0,048	1,834	1,836	0,001
				2,517			3,039			3,634			1,364			1,837		
	0,16	8,0	6,32	2,447	2,457	0,087	3,021	3,013	0,048	3,588	3,576	0,036	1,331	1,330	0,077	1,839	1,837	0,002
2,466				3,004			3,563			1,329			1,834					
0,20	10,0	7,90	2,489	2,485	0,059	2,986	2,986	0,075	3,565	3,560	0,052	1,321	1,323	0,085	1,846	1,843	0,008	
			2,480			2,985			3,554			1,324			1,840			
0,24	15,0	11,85	2,446	2,451	0,093	2,958	2,955	0,106	3,537	3,548	0,064	1,282	1,278	0,130	1,859	1,857	0,022	
			2,455			2,952			3,558			1,273			1,854			
0,28	20,0	15,80	2,381	2,376	0,168	2,899	2,897	0,164	3,310	3,302	0,310	1,233	1,229	0,179	1,884	1,881	0,046	
			2,371			2,895			3,294			1,224			1,878			
0,32	25,0	19,75	2,329	2,334	0,210	2,856	2,859	0,202	3,248	3,253	0,359	1,150	1,147	0,261	1,907	1,910	0,076	
			2,339			2,862			3,257			1,144			1,913			
0,36	28,0	22,12	2,294	2,285	0,259	2,777	2,776	0,285	3,156	3,150	0,462	1,044	1,039	0,369	1,966	1,963	0,128	
			2,276			2,774			3,143			1,033			1,959			
SCARICO	0,40	15,0	11,85	2,314	2,328	0,216	2,894	2,882	0,179	3,485	3,479	0,133	1,184	1,181	0,227	1,882	1,887	0,052
				2,342			2,870			3,472			1,178			1,891		
	0,44	10,0	7,90	2,480	2,468	0,075	2,970	2,971	0,090	3,514	3,521	0,091	1,254	1,257	0,151	1,885	1,890	0,055
				2,456			2,972			3,527			1,259			1,894		
	0,48	5,0	3,95	2,492	2,486	0,058	2,995	2,995	0,066	3,550	3,561	0,051	1,291	1,299	0,109	1,856	1,874	0,039
				2,480			2,994			3,572			1,306			1,892		
	0,52	0,0	0,00	2,537	2,540	0,003	3,064	3,063	-0,002	3,646	3,630	-0,018	1,356	1,358	0,050	1,880	1,884	0,049
				2,543			3,062			3,614			1,359			1,887		

**OGGETTO:** INTEGRAZIONI INDAGINI PRESSO CHIAVICA IN LOCALITA' STAGNO LOMBARDO (CR).

**CANTIERE:** STAGNO LOMBARDO (CR)

**COMMITTENTE:** ISI - Ingegneria e Ambiente

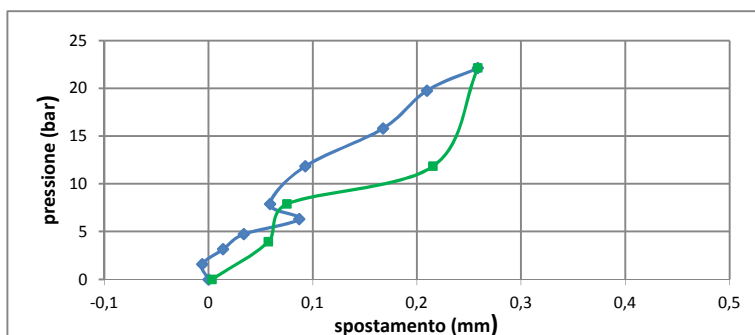
**PROVA:** Martinetto Doppio 1

**DATA:** 4 Marzo 2016



**a** pressione di rottura [bar]  
**b** spostamento a rottura (mm)

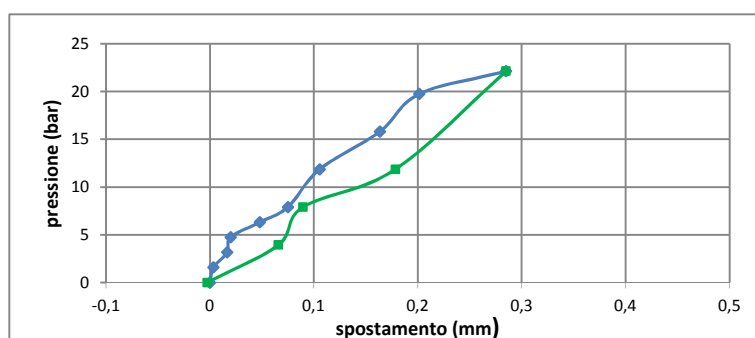
— carico  
— scarico



**BASE 5-9**

**a=** 6,45  
**b=** 0,087

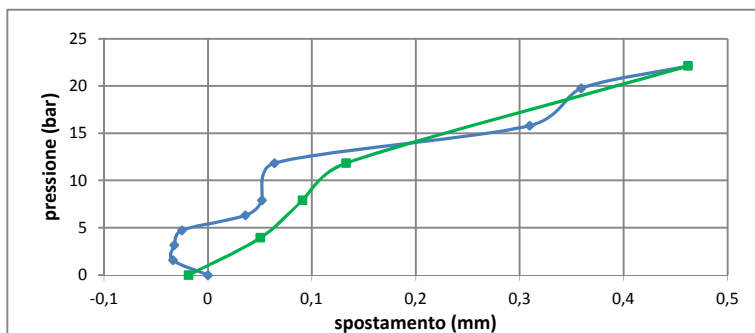
— carico  
— scarico



**BASE 6-10**

**a=** 4,09  
**b=** 0,018

— carico  
— scarico

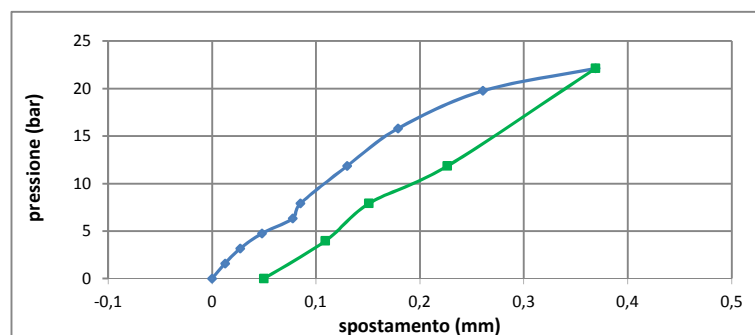


**BASE 7-11**

$a = 7,03$

$b = 0,046$

— carico  
— scarico

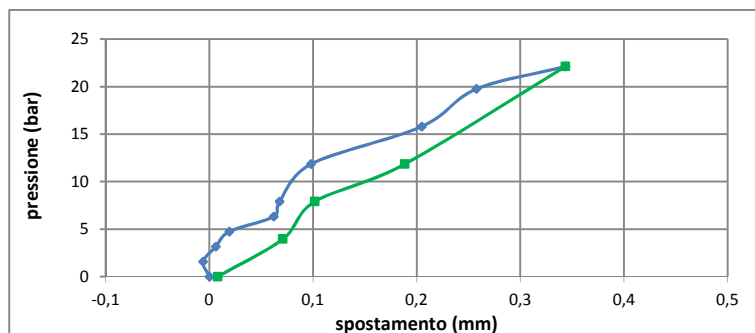


**BASE 8-12**

$a = 6,72$

$b = 0,081$

— carico  
— scarico

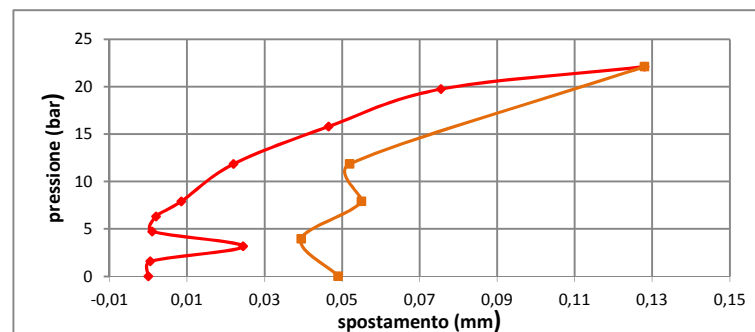


**MEDIA**

$a = 6,67$

$b = 0,065$

— carico  
— scarico



**BASE 13-14**

$a = 3,36$

$b = 0,023$

**OGGETTO:** INTEGRAZIONI INDAGINI PRESSO CHIAVICA IN LOCALITA' STAGNO LOMBARDO (CR).

**CANTIERE:** STAGNO LOMBARDO (CR)

**COMMITTENTE:** ISI - Ingegneria e Ambiente

**PROVA:** Martinetto Doppio 1

**DATA:** 4 Marzo 2016

**a** pressione di rottura [bar]  
**b** spostamento a rottura (mm)  
 **$\epsilon$**  Deformazione assiale (mm)

	basi misura	a (bar)	b (mm)	$\epsilon$	$\epsilon$ media	a media	b media	
basi verticali	base 5-9	6,45	0,087	-0,000429537	-0,000286568	6,0725	-0,0580	$\epsilon_{vert}$
	base 6-10	4,09	0,018	-8,86435E-05				
	base 7-11	7,03	0,046	-0,00022592				
	base 8-12	6,72	0,081	-0,00040217				
basi orizz.	base 13-14	3,36	0,023	0,000113955	$\epsilon_{oriz}$			

MODULO DI POISSON ( $\nu$ ) = 2,515

MODULO DI ELASTICITA' (E) = -36798,83 bar

-3728,75 Mpa

**NOTE:**

A 28 bar si notano le prime fessure!



L.T.M. Laboratorio Tecnológico Mantovano s.r.l.

AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELL'AVORO PUBBLICI CON D.M. 28270 DEL 3/5/83 AL 10/6/71 ART. 29/1 SUCCESSIVE  
PROROGHE ED AGGIORNAMENTI PER I SETTORI LEGANTI IDRAULICI E COSTRUZIONI MATERIE EDILIZIE

Via A. Pitentino, 12  
46010 Levata di Curtatone (MN)  
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042  
e-mail: info@labtecman.com  
C.F. e P.I. 01293110209  
Capitale Sociale € 11.440 i.v.  
Registro Imprese di Mantova

## SEZIONE CALCESTRUZZI

PROT. N. 276B/16

Verbale di accettazione N. 78B/16 del 22/03/16 Mantova, 01/04/16

### RAPPORTO DI PROVA

Soggetto consegnatario:

**RICHIEDENTE** : A.I.P.O. Agenzia Interregionale per il Po  
**INDIRIZZO** : Str. Giuseppe Garibaldi, 75 - Parma  
**NATURA DEI CAMPIONI** : Carote in calcestruzzo prelevate da strutture in opera dal Committente  
**PROVA RICHIESTA** : Resistenza alla compressione - UNI EN 12390/3:09  
**CANTIERE DI PROVENIENZA** : Chiavica Fossadone - Via Martiri Liberazione, 36 - Indagini strutturali

### Determinazione della resistenza a compressione secondo UNI EN 12390/3:2009

RISULTATI DELLE PROVE							
N	Contrassegno provini	Dimensioni diametro x altezza (mm)	Rapp. H/Ø	Massa Volumica (Kg/m <sup>3</sup> )	Resistenza Max. Unit. (Mpa)* $f_c$	Data di prelievo	Data prova
1	C01 pilastro chiavica Aipo Cavo Fossadore	68 x 135	1,99	2263	27,1	25/02/2016	31/03/2016

(\*) 1 MPa = 1N/mm<sup>2</sup> = 10,2 Kg/cm<sup>2</sup>

Prove eseguite secondo la normativa UNI EN 12390/3

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "CONTROLS" da 3000 kN - mod. C50/51 - matricola 96113675 - Data ultima taratura: 18/05/15

#### OSSERVAZIONI :

Le facce di carico dei provini sono state preventivamente sottoposte a rettifica meccanica con mola diamantata.  
Tipo di rottura soddisfacente.

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.  
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

**Il Tecnico Sperimentatore**  
t.i.m. Fabio Gozzi

**Il Direttore del Laboratorio**  
dott. ing. Giuliano Ferrari



L.T.M. Laboratorio Tecnologico Mantovano s.r.l.

AUTOREGOLAZIONE AI SISTEMI DEL LAVORO PUBBLICI E DEI SERVIZI PUBBLICI E DEI SERVIZI UNIVERSITARI  
PRODOTTI E INNOVATIVI PER LE ATTIVITÀ LEGGENTI E INNOVATIVE DEL SETTORE PUBBLICO E PRIVATO

Via A. Pitagora, 12  
46010 Levata di Curtatone (MN)  
Tel. 0376 291712 - Fax 0376 293042  
e-mail: info@labtecman.com  
C.F. e P.I. 01293110209  
Capitale Sociale € 11.440 i.v.  
Registro Imprese di Mantova

## SEZIONE ACCIAI

PROT. N. 302B/16  
Verbale di accettazione N. 90B/16 del 01/04/16

### RAPPORTO DI PROVE A TRAZIONE

COMMITTENTE	: STUDIO MM S.R.L.
INDIRIZZO	: STR. PEDEMONTANA, 40/S - STR. PEDEMONTANA, 40/S - PR
NATURA DEI CAMPIONI	: N°1 spezzoni di acciaio liscio prelevato dal Committente in data 23/03/16, da staffatura pilastro in cls in opera
PROVENIENZA CAMPIONI	: Chiavica AIPO "Fossadone"

### RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE

N° Identifica tivo L.T.M.	Contrassegno	Ø nominale effettivo (mm)	Sezione effettiva S <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	Tensione di snervamento f <sub>y</sub> (MPa)*	Tensione di rottura f <sub>t</sub> (MPa)*	A <sub>5</sub> (%)	Data di prova
1	Tondo liscio diam.6 mm	6	28,3	362,7	466,0	29,0	11/04/16

(\*) 1 Mpa = 1N/mm<sup>2</sup> = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

Prove eseguite secondo le normative UNI EN 15630/1:10 - UNI EN ISO 6892/1:09

Attrezzatura utilizzata: Pressa idraulica motorizzata "METROCOM" da 600 kN - mod. UI 60 C - Matricola 7399 - Data ultima taratura: 18/05/15

OSSERVAZIONI : //

Il Tecnico Sperimentatore  
t.l.m. Fabio Gozzi

Il presente rapporto di prova non è riproducibile, neppure parzialmente, senza autorizzazione scritta del Laboratorio.  
Gli esiti in esso contenuti si riferiscono ai soli campioni sottoposti a prova

Il Direttore del Laboratorio  
dott. ing. Giuliano Ferrari