

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**LINEA FERROVIARIA CATANIA C.LE - GELA**

**TRATTA FERROVIARIA CALTAGIRONE - GELA**

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD**

**RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE - GELA**

**LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA**

**INDAGINI E RILIEVI OPERE D'ARTE ESISTENTI**

Relazione tecnica sulle indagini strutturali – SL05 – Sottopasso al km 346+718

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.  
RS6K 00 R 78 PR S I 0 5 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	N. Gruffa	Mag. 2022	M.B. Di Prima	Mag. 2022	P. Mosca	Mag. 2022	F. Saffroni	Mag. 2022

ITALFERR SpA  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Divisione "Tecnica"  
S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering  
Ufficio Tecnico - Via Salaria n. 1125  
00198 Roma, Italia  
Ordine degli Ingegneri Roma, n. 1125

File: RS6K00R78PRSL0500001A.doc

n. Elab.:



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



Timbro a secco



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**

**Indagini strutturali**

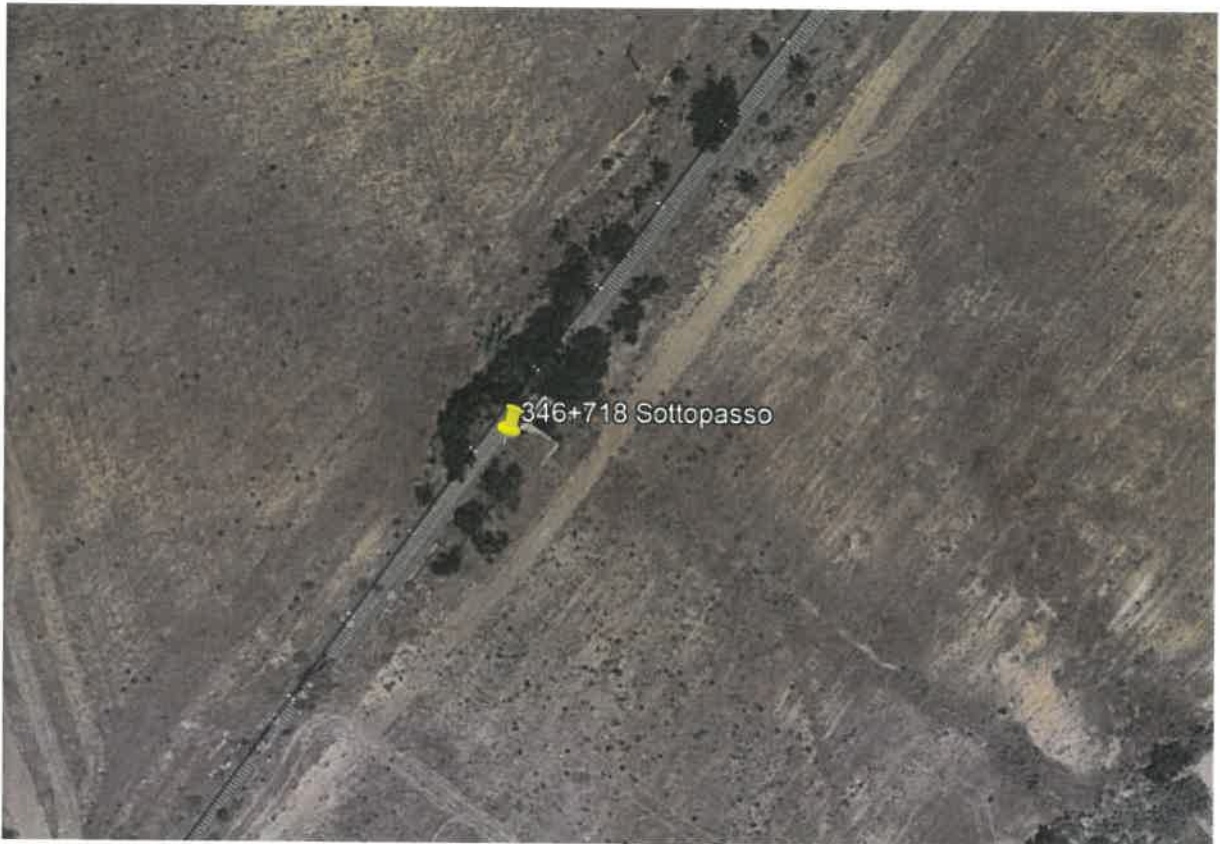


Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

## Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Opera

**Sottopasso al km 346+718**



UTM ED50 - Fuso 33 S

445041.25 m E - 4103158.13 m N



Rev. A  
Data: 11/04/2022


Rapporto Finale  
INDAGINI STRUTTURALI

## Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI

Denominazione opera:	<i>Sottopasso al km 346+718</i>
Tipologia:	<i>Ponte con impalcato in c.a. e spalle in muratura</i>
n. campate:	<i>1</i>
Linea:	<i>Caltagirone - Gela</i>
Progr.va [km]:	<i>346+718</i>
Comune:	<i>Gela (CL)</i>



<b>PREMESSA</b> .....	4
<b>A. Indagini sulle strutture</b> .....	5
<b>A.1. Microcarotaggi</b> .....	6
<b>A.2. Carotaggi</b> .....	7
<b>A.3. Prove con Martinetti piatti</b> .....	8
<b>A.3.a Martinetto doppio</b> .....	8
<b>A.3.b Calibrazione del martinetto</b> .....	9
<b>A.3.b.1 Procedimento sperimentale di calibrazione</b> .....	9
<b>A.3.c Attrezzatura per il taglio</b> .....	10
<b>A.3.d Misura delle deformazioni</b> .....	10
<b>A.3.e Pompa idraulica manuale</b> .....	11
<b>A.3.f Cenni teorici</b> .....	12
<b>A.3.g Caratteristiche deformabilità - martinetto doppio</b> .....	13
<b>A.4. Indagini magnetometriche</b> .....	15
<b>A.5. Prelievo barre di armatura</b> .....	16
<b>A.6. Indagine sclerometrica</b> .....	17
<b>B. Prove laboratorio</b> .....	18
<b>B.1. Determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio</b> .....	18
<b>B.2. Determinazione della resistenza a compressione di carote di calcestruzzo</b> .....	20
<b>B.3. Prove di trazione su barre d'armatura</b> .....	21
<b>ALLEGATI</b> .....	22
<b>A. Schema ubicazione indagini</b>	
<b>B. Stratigrafie microcarotaggi</b>	
<b>C. Prove con martinetto piatto doppio</b>	
<b>D. Indagini magnetometriche con pacometro</b>	
<b>E. Prove sclerometriche</b>	
<b>F. Indagini ultrasoniche</b>	
<b>G. Determinazione massa volumica e resistenza a compressione</b>	
<b>H. Prove di trazione su barre d'armatura</b>	
<b>I. Documentazione fotografica</b>	

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8</p>	
<p>Rev. A Data: 11/04/2022</p>	<p>Rapporto Finale INDAGINI STRUTTURALI</p>	

## PREMESSA

Nelle giornate del 14 e 15 febbraio 2022, su incarico di Italferr nell'ambito delle "Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela", la scrivente **SIDERCER s.r.l. - Istituto di Ricerca e Sperimentazione**, ha provveduto ad effettuare una campagna di indagini diagnostiche sull'opera:

### Sottopasso al km 346+718

L'indagine ha comportato l'esecuzione delle seguenti attività:

#### Indagini sulle Strutture

- ✓ n. 7 microcarotaggi continui (Dmin = 40 mm) [UNI EN 12504-1] così distribuiti:
  - n. 1 sull'intradosso impalcato;
  - n. 1 su appoggio soletta lato Gela;
  - n. 1 sulla faccia lato valle;
  - n. 1 orizzontale, eseguito in corrispondenza della spalla lato Gela;
  - n. 3 sub-verticali od obliqui, eseguiti sulla fondazione della spalla lato Gela;
- ✓ n. 1 Prova con martinetto piatto doppio in corrispondenza della spalla lato Caltagirone.
- ✓ n. 3 prelievi di carote in calcestruzzo (Dmin = 100 mm) [UNI EN 12504-1];
- ✓ n. 4 indagini magnetometriche con pacometro [BS 1881-204:1998];
- ✓ n. 4 indagini sclerometriche [UNI EN 12504 - 2];
- ✓ n. 3 prelievi di barre d'armatura.

#### Prove di laboratorio

- ✓ n. 3 prove di compressione con massa volumica su carota [UNI EN 12390-3 - UNI EN 12390-7];
- ✓ n. 3 prove di trazione su barre d'armatura [UNI EN ISO 15630-1];
- ✓ n. 3 prove di determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio [UNI EN 12504-4 - UNI 9524].

Nel seguito si riportano sinteticamente le attività svolte, per il cui dettaglio si rimanda agli allegati alla presente.

## A. Indagini sulle strutture

Conformemente al piano d'indagine elaborato dalla scrivente ed approvato dalla Committenza, si riportano riepilogo ed ubicazioni secondo le convenzioni stabilite.

Tab. A.a - Ubicazione indagini

Sigla	Ubicazione
C1	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone
C2	Ponte al km 346+718 - Appoggio soletta lato Gela - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,10 m da intradosso soletta
C3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato
C4	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 1,60 m da intradosso soletta, a 1,70 m da bordo lato valle
C6	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,50 m da intradosso soletta, a 2,50 m da bordo lato valle
C7	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,50 m da intradosso soletta, a 2,50 m da bordo lato valle
C8	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,40 m da intradosso soletta, a 1,70 m da bordo lato valle
CC1	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone
CC2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 1,20 m da muro d'ala lato Gela, a 0,15 m da intradosso impalcato
CC3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato

Di seguito - dopo una descrizione di dettaglio delle attività esperite - si riepilogheranno i dati rilevati.



## A.1. Microcarotaggi

Il carotaggio consiste nel prelievo di campioni cilindrici (*carote*), mediante carotatrici a corona diamantata con raffreddamento ad acqua e dispositivo di fissaggio alla parete da carotare.

Il prelievo di carote dalle strutture in opera è stato eseguito secondo le indicazioni della norma UNI 12504-1, secondo cui il criterio fondamentale da adottare nella fase di estrazione è quello di arrecare il minimo danneggiamento al campione.

Ad ogni operazione di estrazione, la carotatrice è stata adeguatamente ancorata in modo che durante l'avanzamento, non subisse vibrazioni tali da danneggiare il campione consentendo l'estrazione a diametro costante ed asse rettilineo.

Dalle strutture sono state prelevate complessivamente n°7 carote (*diametro  $\Phi$  50 mm*) le cui ubicazioni sono illustrate dalla tabella seguente.

Fig. A.1-a - Estrazione della carota C4



Tab. A.1.a- Riepilogo ubicazione e dati rilevati - Microcarotaggi

Sigla	Ubicazione	Profondità
Carotaggio		[mm]
C1	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone	500
C2	Ponte al km 346+718 - Appoggio soletta lato Gela - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,10 m da intradosso soletta	650
C3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato	2600
C4	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 1,60 m da intradosso soletta, a 1,70 m da bordo lato valle	2000
C6	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,50 m da intradosso soletta, a 2,50 m da bordo lato valle	2600
C7	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,50 m da intradosso soletta, a 2,50 m da bordo lato valle	2700
C8	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,40 m da intradosso soletta, a 1,70 m da bordo lato valle	2900

Per il dettaglio delle stratigrafie e dei dati rilevati, si rimanda all' allegato B.



## A.2. Carotaggi

Il carotaggio consiste nel prelievo di campioni cilindrici (*carote*), mediante carotatrici a corona diamantata con raffreddamento ad acqua e dispositivo di fissaggio alla parete da carotare.

Il prelievo di carote dalle strutture in opera è stato eseguito secondo le indicazioni della norma UNI EN 12804-1, secondo cui il criterio fondamentale da adottare nella fase di estrazione è quello di arrecare il minimo danneggiamento al campione.

Ad ogni operazione di estrazione, la carotatrice è stata adeguatamente ancorata in modo che durante l'avanzamento, non subisse vibrazioni tali da danneggiare il campione consentendo l'estrazione a diametro costante ed asse rettilineo.

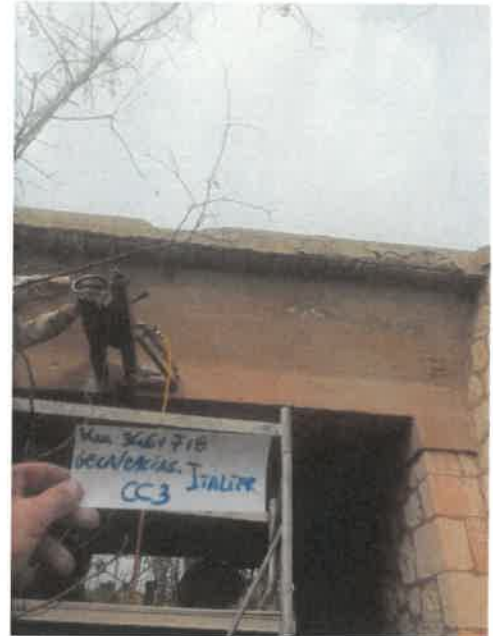
Dalle strutture sono state prelevate complessivamente n°3 carote (diametro  $\Phi$  100 mm) le cui ubicazioni sono illustrate dalla tabella seguente.

Tab. A.2.a - Riepilogo ubicazione e dati rilevati (diametri  $\Phi$ 100 mm -  $\Phi$ 40 mm).

Sigla	Ubicazione	Lunghezza [mm]
CC1	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone	390
CC2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 1,20 m da muro d'ala lato Gela, a 0,15 m da intradosso impalcato	320
CC3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato	300

Per il dettaglio dei dati rilevati, si rimanda agli allegati F e G.

Fig. A.2-a - Fase di prelievo della carota CC3



### A.3. Prove con Martinetti piatti

Tra le informazioni chiave nello studio delle murature vi è la conoscenza delle condizioni di equilibrio, degli sforzi e della resistenza ai carichi. La corretta valutazione delle caratteristiche meccaniche e tensionali di una muratura è indispensabile per procedere alle successive fasi di progetto, ad esempio per:

- definire il grado di sicurezza e le potenzialità in caso di nuove condizioni di utilizzo;
- qualificare eventuali sovraccarichi indotti nelle murature;
- programmare adeguati interventi di consolidamento.

In tale ambito si è collocata la prova con i martinetti piatti, che consente di ottenere sperimentalmente dati significativi, ed in particolare lo stato tensionale di esercizio, la resistenza a compressione ed il modulo di deformabilità di una muratura.

Il programma di prove ha comportato l'esecuzione di una misura con martinetto piatto singolo ed una con martinetto piatto doppio, le cui ubicazioni sono riportate nell'allegato A.

Di seguito si riportano alcuni dettagli di tale metodica di prova.



#### A.3.a Martinetto doppio

La tecnica si basa sul principio della prova di compressione monoassiale. Inserendo un secondo martinetto parallelo al primo e distante da esso circa 50 cm, la muratura compresa tra i due tagli costituirà un campione indisturbato e con dimensioni sufficienti tali da essere rappresentativo della muratura esaminata. I cicli di carico, applicati mediante la pompa oleodinamica, sono eseguiti mettendo in pressione simultaneamente i martinetti; le deformazioni assiali e trasversali si leggono con un deformometro removibile di precisione ed i relativi grafici sforzo-deformazione forniscono i moduli di deformabilità della muratura ai vari livelli di sollecitazione.



Dopo questi brevi cenni, di seguito si riportano i dettagli delle procedure necessarie per eseguire, a perfetta regola d'arte, la prova.

### A.3.b Calibrazione del martinetto

Un martinetto piatto ha una propria rigidezza che si oppone all'espansione quando viene gonfiato; essa è dovuta alla resistenza del metallo alla flessione, in modo particolare al contorno ed all'azione di diaframma dell'acciaio quando si espande. Perciò la pressione del liquido di misura nel martinetto è maggiore dello sforzo che il martinetto esercita. Il coefficiente  $K_m$  è il fattore correttivo principale che viene utilizzato nella relazione di calcolo fra la pressione imposta e lo sforzo applicato all'elemento strutturale. Pertanto più precisa sarà la definizione di  $K_m$  tanto più il valore dello sforzo calcolato sarà prossimo a quello reale.

La definizione di  $K_m$  avviene solo sperimentalmente calibrando in laboratorio il martinetto; solitamente i martinetti sono forniti dal produttore con valori di  $K_m$  sperimentali, diversamente si procede alla relativa calibrazione, come descritto di seguito.

#### A.3.b.1 Procedimento sperimentale di calibrazione

Scopo della calibrazione è ottenere il coefficiente  $K_m$  (rapporto tra la pressione misurata al manometro e quella di spinta effettiva del martinetto) cercando per quanto possibile di ricostruire le reali condizioni di prova.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



A tal fine il martinetto è stato calibrato seguendo il metodo previsto dalla norma ASTM C1197-2009;

- STANDARD DI PROVA: ASTM C1197-2009. Distanza tra le piastre mantenuta costante e pari a 3 volte lo spessore delle lamiere del martinetto (5,4 mm). 3 cicli di carico. (fig. 1)



- COMPENSAZIONE DELLA DISTANZA DELLE PIASTRE: tramite pressa idraulica GALDABINI modello 5000 kN matr. n° 30785, verificata dall'Università degli studi di Enna; (fig. 3)

- PRECISIONE E TRACCIABILITÀ: su pressa dinamometro AEP Ka1 1000kN; (fig. 2)

su martinetto: manometro Alemanno 400 bar; (fig. 2)

### A.3.c Attrezzatura per il taglio

Per la realizzazione del taglio in cui alloggiare i martinetti si adopera una particolare moto-troncatrice a trasmissione eccentrica utilizzando dischi diamantati di dimensioni idonee che consentono di praticare tagli semicircolari a profondità adeguata per i relativi modelli di martinetti.

### A.3.d Misura delle deformazioni

Il deformometro impiegato è uno strumento di misura analogico, removibile, di elevata ed unica ripetibilità. Per le misure delle basi V ed H (nella prova a doppio), esso viene utilizzato per la rilevazione delle misure di convergenza a cavallo dei tagli in cui vengono introdotti i martinetti. È costituito da una barra in invar alle cui estremità sono montate due testine munite di punte coniche. Una delle testine è fissa, mentre l'altra è libera di effettuare una certa rotazione attorno ad uno speciale coltello.

Le punte coniche dello strumento si posizionano nei forellini di appositi capisaldi in acciaio inox già applicati, con l'ausilio della dima in dotazione, alla struttura da controllare con adesivo adatto. Le letture indicate sul micrometro si riferiscono al movimento della testina ruotante conseguente all'eventuale spostamento dei capisaldi a causa delle deformazioni e vanno raffrontate ai valori iniziali di zero.



### A.3.e Pompa idraulica manuale

Per la messa in carico dei martinetti e per la relativa lettura si è scelta una pompa manuale idraulica che dispone di un manometro (range standard: 0-25 bar e 0-100 bar) di precisione classe 1. È dotata di un circuito di scambio in modo da poter utilizzare il campo di misura più adatto alla prova da eseguire con la massima risoluzione di lettura. Il cuore dello strumento è il dispositivo pompante che assicura un ottimo controllo sulle letture effettuate mantenendo la pressione costante per ogni incremento. Esso presenta un serbatoio più capiente e consente il recupero del fluido di misura che, a prova terminata, viene fatto rifluire nel suddetto serbatoio. L'utilizzo come liquido di misura di una miscela molto fluida permette che i fattori di disturbo come le perdite di carico, siano ridotti notevolmente.

Di seguito, dopo tale descrizione si riportano alcuni cenni teorici ed i risultati delle prove eseguite.

### A.3.f Cenni teorici

#### A.2.g.a Sforzo di compressione

Il valore dello sforzo di compressione tra i martinetti è dato dalla relazione:

$$f_{mi} = p_i \cdot k_m \cdot k_a$$

dove:

$f_{mi}$  = valore dello sforzo misurato al passo  $i$ ;

$k_m$  = è una costante adimensionale che rappresenta le proprietà geometriche e di rigidezza del martinetto;

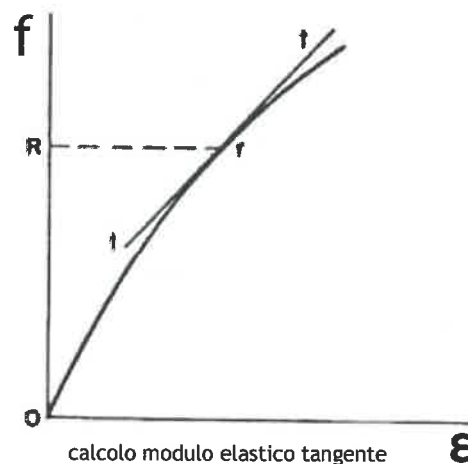
$k_a$  = rapporto tra l'area misurata del martinetto e l'area media del taglio;

$p_i$  = pressione corrispondente al passo in MPa o in N/mm<sup>2</sup>;

Le due costanti sono di solito minori di 1.

#### A.2.g.b - Modulo elastico

Si è calcolato il modulo elastico tangente dalla  $E_{ti} = \frac{\delta f_{mi}}{\delta \epsilon_{mi}}$



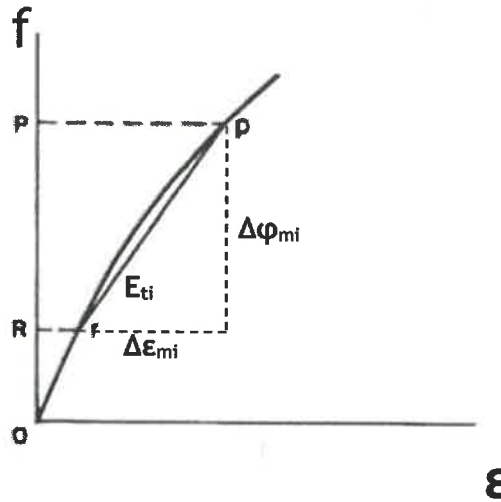
dove:

$E_{ti}$  = Modulo Elastico tangente;

$\delta f_{mi}$  = Incremento di sforzo;

$\delta \epsilon_{mi}$  = Corrispondente incremento di deformazione.

Il modulo elastico (secante) al passo di carico  $i$ , su un intervallo di corda scelto, è stato calcolato (cfr. grafico):



calcolo modulo elastico secante

$$E_{ti} = \frac{\Delta\varphi_{mi}}{\Delta\varepsilon_{mi}}$$

dove:

$E_{ti}$  = Modulo Elastico secante al passo  $i$ ;

$\Delta f_{mi}$  = Sforzo al passo di carico  $i$ ;

$\Delta\varepsilon_{mi}$  = Deformazione corrispondente.

### A.3.g Caratteristiche deformabilità - martinetti doppio

Questa prova consiste nell'inserire due martinetti posti ad una distanza reciproca di circa 50-60 cm. In tal modo si determina una porzione significativa di muratura sulla quale i due martinetti applicano uno stato di compressione monoassiale (*Figura A.2.i.a - Esecuzione del taglio ed inserimento dei martinetti*).

Le basi di misura sono disposte in maniera da consentire la misura delle deformazioni assiali e trasversali (*Figura A.2.i.b - Disposizione delle basi di misura*).

La prova viene così eseguita su un campione di muratura di grandi dimensioni, indisturbato e rappresentativo del paramento murario.

Figura A.2.i.a- Sequenza -Fasi di Prova

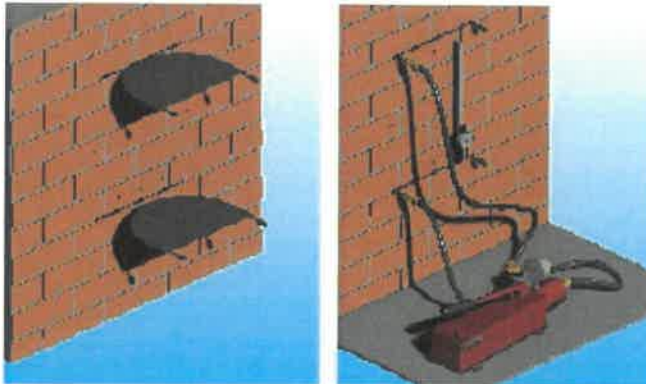
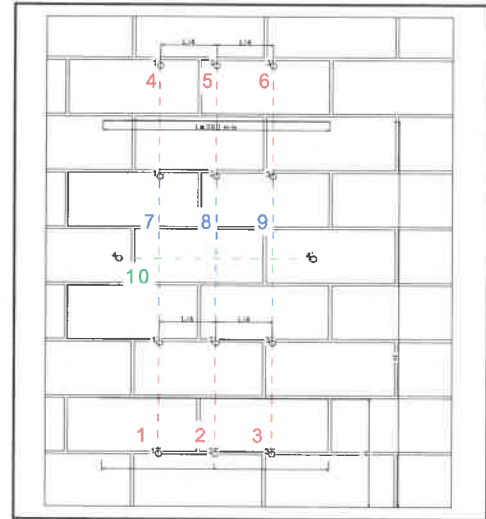


Figura A.2.i.b - Disposizione basi di misura



Sono stati eseguiti due cicli di carico/scarico, con livelli di sollecitazione gradualmente crescenti e tali da permettere di determinare i moduli di deformabilità, assiale e trasversale, per ciascun grado di sollecitazione.

La misura degli spostamenti è stata eseguita con calibro removibile, millesimale e meccanico, in "invar" con base di misura di 40 cm.

Di seguito si riporta una sintesi dei dati rilevati, per la lettura completa dei risultati, si rimanda all' allegato C.

Tabella A.2.i.c - PROVE CON MARTINETTO PIATTO DOPPIO MPD1 - Sintesi dei risultati

Sigla	Modulo di deformabilità 2° ciclo di carico E	Coefficiente di Poisson medio 2° ciclo di carico V	Pressione a rottura	Ubicazione
	[MPa]		[MPa]	
MPD1	8399,3	0,49	6,57	Spalla lato Caltagirone a 1,80 m da imbocco lato valle



#### A.4. Indagini magnetometriche

Su alcuni elementi strutturali si è effettuato il rilievo della disposizione delle armature (*diametro tondino, distanza tra le barre longitudinali, passo staffe e spessore del copriferro*).

Il rilievo è stato eseguito con il pacometro (*Hilti ferroskan P250S*) costituito da una sonda emittente un campo magnetico collegata ad una unità d'elaborazione digitale ed acustica, il cui funzionamento è basato sul controllo degli effetti delle eddy current (*correnti parassite*) indotte in una barra di armatura. Poiché ogni flusso di corrente dà origine ad un campo magnetico, le correnti parassite producono un campo magnetico secondario che interagisce con quello generato dalla bobina. Se la bobina è avvicinata ad una barra di armatura, le correnti parassite alternate si instaurano entro la superficie delle barre e danno origine ad un campo magnetico secondario che induce nella stessa, una corrente secondaria. In accordo alla legge di Lenz, la corrente secondaria si oppone a quella primaria, con conseguente diminuzione della corrente netta che passa attraverso la bobina ed aumenta l'impedenza apparente della stessa, mentre, in assenza di conduttori, la corrente che circola nella bobina rimane inalterata. In questo modo, la presenza della barra è dedotta controllando la variazione di corrente nella bobina.

Operativamente la sonda viene fatta scorrere sulla superficie da investigare, che in corrispondenza dei tondini d'acciaio percepisce l'assorbimento del campo magnetico, mentre, l'unità d'elaborazione emette un segnale digitale ed acustico. In ogni punto di indagine il rilievo viene eseguito facendo scorrere la sonda prima in un senso e poi nel senso ortogonale, così viene determinata la maglia d'armatura, il copriferro viene rilevato dallo strumento. Nel caso specifico sono state effettuate n.4 indagini magnetometriche.

Tab. A.4.a - Riepilogo ubicazioni e risultati indagini magnetometriche

Sigla	Ubicazione
PAC1	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 0,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta
PAC2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 0,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta
PAC3	Ponte al km 346+718 - Soletta - a partire da imbocco lato monte, a 0,10 m da cordolo lato Caltagirone
PAC4	Ponte al km 346+718 - cordolo lato Caltagirone - Cordolo di appoggio, a partire da imbocco lato monte

Si rimanda all'allegato D per gli schemi grafici e i risultati dei dati rilevati.

## A.5. Prelievo barre di armatura

Dagli elementi strutturali, si sono prelevati degli spezzoni di barre d'armatura da sottoporre in laboratorio a prove di trazione. I prelievi sono stati effettuati mediante smerigliatrice angolare in seguito all'esecuzione di un saggio per l'asportazione del copriferro e alla saldatura per sovrapposizione di uno spezzone aggiuntivo. Si è quindi ripristinata la continuità di ciascuna barra prelevata mediante la saldatura testa a testa di un secondo spezzone aggiuntivo.

Le operazioni di saldatura sono state condotte, in conformità alla Istruzione Operativa IO-A-CL 5.11, da saldatori certificati secondo la UNI EN ISO 9606-2017; la verifica della qualità delle saldature da tecnici certificati al 2° livello secondo la UNI EN ISO 9712-2012.

I saggi eseguiti sono stati ripristinati con malta cementizia, fibrorinforzata, tixotropica, a ritiro compensato.

Complessivamente sono state prelevate 3 barre, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Fig. A.5 - a - Prelievo barra d'armatura



Tab. A.5.a - Riepilogo prelievi barre

Sigla	Ubicazione	Tipo	Diametro (mm)
Fe 1	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta	liscia	10
Fe 2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 0,23 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta	liscia	10
Fe 3	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,20 m da imbocco lato monte, a 0,65 m da cordolo lato Caltagirone	liscia	10

## A.6. Indagine sclerometrica

La durezza superficiale del calcestruzzo, è stata determinata dalla misura dell'indice di rimbalzo con prove sclerometriche (*martello di Schmidt*) [UNI EN 12504-2].

Lo strumento consiste in una massa battente di acciaio, azionata da una molla che contrasta un'asta di percussione a contatto della superficie di prova del calcestruzzo.

Il valore di rimbalzo della massa battente è misurato mediante un indice di lettura trascinato su una scala lineare, alloggiata nella cassa dello strumento.

Preventivamente alla prova è stata eseguita la verifica di taratura dello sclerometro su apposita incudine di acciaio, di forma cilindrica, avente diametro di 15 cm, massa di circa 17 kg e durezza superficiale HCR pari a 53. Prima di eseguire le battute si è provveduto a pulire la superficie di prova con l'ausilio di una pietra abrasiva di carborundum. La misura è stata eseguita effettuando una serie di dodici battute sclerometriche per ciascun punto di prova. Il valore dell'indice sclerometrico, che è un'espressione della durezza superficiale del materiale indagato, è ottenuto dalla media aritmetica dei dieci valori ricavati, scartando i valori massimo e minimo delle dodici battute eseguite.

I dati sperimentali delle prove sclerometriche effettuate nei punti di indagine sono inseriti nell'allegato E.

Fig. A.6 - Fase di esecuzione della prova



## B. Prove laboratorio

### B.1. Determinazione del modulo elastico dinamico da ultrasuoni e carotaggio

La tecnica d'analisi si fonda sullo studio della propagazione di impulsi di vibrazione meccanica lungo una serie di traiettorie all'interno dell'elemento strutturale da analizzare.

Lo scopo delle prove è:

- Verificare l'omogeneità di un elemento strutturale;
- Valutare qualsiasi mutamento delle proprietà dei materiali a causa di fenomeni di degrado;
- Esaminare i difetti in elementi strutturali (cavità, fessurazioni, strati superficiali danneggiati, ...).
- Stimare l'ordine di grandezza le proprietà meccaniche dei materiali utilizzati.

Le velocità cui ci si riferisce, relative alle onde P (onde longitudinali primarie o di pressione), sono state determinate, calcolando il rapporto tra la distanza tra le sonde (pari nel caso specifico all'altezza della carota) ed il tempo di transito rilevato. Essa dipende dalle caratteristiche elastomeccaniche e dinamiche del mezzo (modulo di elasticità  $E_d$ , modulo di Poisson  $\nu$ , e dalla sua densità  $\rho$ ), secondo la seguente relazione, valida per mezzi omogenei e isotropi:

$$v_p = \sqrt{\frac{E_d \cdot (1 - \nu)}{\rho \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}} \Rightarrow E_d = \frac{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}{(1 - \nu)} \cdot \rho v_p^2$$

$E_d$  è approssimativamente pari al modulo tangente all'origine ed è quindi sempre più elevato del modulo secante, secondo la relazione di letteratura:

$$E = \frac{E_d}{1.062}$$

Nella tabella seguente si mostra una sintesi dei dati rilevati, rimandando al certificato riportato nell'allegato F per le risultanze di prova.



*Tab. B.1.a - Riepilogo risultati modulo elastico dinamico*

Sigla	Parte d'opera Localizzazione	Modulo elastico dinamico Ed al variare del coeff. di Poisson			
		u=0	u=0,1	u=0,15	u=0,2
CC1	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone	24090	23555	22815	21681
CC2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 1,20 m da muro d'ala lato Gela, a 0,15 m da intradosso impalcato	29965	29299	28378	26968
CC3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato	26361	25775	24965	23725

## B.2. Determinazione della resistenza a compressione di carote di calcestruzzo

I campioni di calcestruzzo prelevati secondo la norma UNI EN 12504-1, sono stati rettificati, in laboratorio, alle dimensioni previste dalla medesima norma.

Successivamente sulle carote già rettificate sono state verificate le tolleranze riferite al parallelismo tra le facce dei provini cilindrici ed alla perpendicolarità delle generatrici, così come stabilito dalla UNI EN 12390-1 i cui limiti sono sintetizzati nel seguito:

- planarità delle superfici:  $\pm 0,0006 d$ ; essendo  $d \approx 100$  mm si avrà una tolleranza pari a circa 0,06 mm;
- perpendicolarità delle superfici:  $\pm 0,5$  mm;
- rettilinearità delle generatrici:  $\pm 0,2$  mm.

La massa volumica per le carote di calcestruzzo è stata determinata secondo la UNI EN 12390-7, parte 2<sup>^</sup>; la resistenza a compressione secondo la UNI EN 12390-3, mediante una pressa da compressione "Tecnotest".

I risultati ottenuti dalle prove di laboratorio sulle carote estratte, sono riportati nelle tabelle seguenti, rimandando per un maggior dettaglio al certificato riportato nell'allegato G.

Tab. B.2.a - Riepilogo risultati resistenza a compressione carote

Sigla	Ubicazione	D <sub>agg</sub> [mm]	P [g]	Mv (**) [kg/m <sup>3</sup> ]	d [mm]	h [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	F [kN]	f <sub>c</sub> [MPa]
CC1	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone	38,2	2790	2070	94,0	194,0	6940	99,3	14,4
CC2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 1,20 m da muro d'ala lato Gela, a 0,15 m da intradosso impalcato	33,2	2888	2120	94,0	196,2	6940	116,8	16,9
CC3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato	27,0	2798	2080	94,0	194,2	6940	85,3	12,3

### B.3. Prove di trazione su barre d'armatura

Questo tipo di prova mira a rilevare la resistenza a trazione attraverso misurazioni di tipo diretto. Dalle barre estratte sono stati ricavati i provini per l'esecuzione della prova di laboratorio secondo la norma UNI EN ISO 15630-1.

Si rimanda al certificato riportato nell'allegato H per le risultanze di prova.

Tab. B.3.a - Riepilogo risultati resistenza a trazione barre d'armatura

Sigla	Ubicazione	TRAZIONE							MARCHIO DEL PRODUTTORE
		$\Phi_{eff.}$	S eff.	$f_y$	$f_t$	$A_g$	$A_{gt}$	$f_t/f_y$	
		[mm]	[mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[%]		
Fe 1	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta	10,5	87,4	511,7	646,8	9,8	10,1	1,26	non rilevato sul campione
Fe 2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 0,23 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta	9,6	73,1	343,3	465,8	16,0	16,2	1,36	non rilevato sul campione
Fe 3	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,20 m da imbocco lato monte, a 0,65 m da cordolo lato Caltagirone	9,5	71,1	460,3	594,6	16,0	16,3	1,29	non rilevato sul campione

## ALLEGATI

- A. Schema ubicazione indagini
- B. Stratigrafie microcarotaggi
- C. Prove con martinetto piatto doppio
- D. Indagini magnetometriche con pacometro
- E. Prove sclerometriche
- F. Indagini ultrasoniche
- G. Determinazione massa volumica e resistenza a compressione
- H. Prove di trazione su barre d'armatura
- I. Documentazione fotografica





P.I.V.A.: 01479620856  
 C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874  
 Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



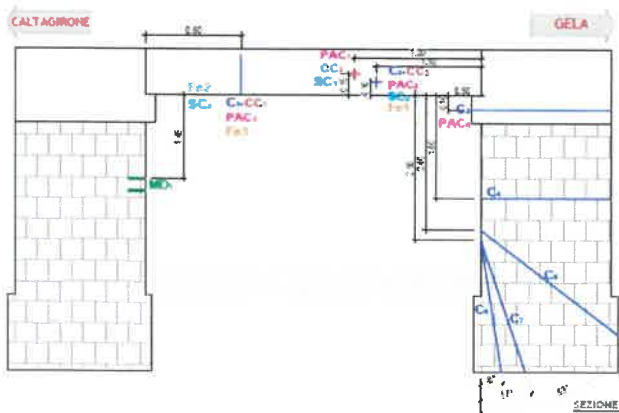
Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
 (Area Industriale Calderaro)  
 C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
 Tel.: 0934 565012  
 Fax.: 0934 575422  
 e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
 pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
 web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**



**Allegato A**  
**Schema ubicazione indagini**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena





P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

<b>Committente:</b>	Italferr S.p.A.
<b>Direttore Esecuzione Contratto:</b>	ing. Stefano Ballerini
<b>Referente di Contratto:</b>	ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**



**Allegato B**  
**Stratigrafie microcarotaggi**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C. P. 287 – 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 1/8

**Richiedente:** ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto

**Committente:** Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) I prelievi sono stati eseguiti nel periodo compreso tra le date 14/02/2022 e 15/02/2022
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
CAROTATRICE	HILTI DD350-CA	17654	Sidercem	All'utilizzo	-

### CERTIFICATO DI PRELIEVO

Estrazione di microcarote

[UNI EN 12504-1]

Foto n°1 - Estrazione carota C2



Foto n°2 - Estrazione carota C6



Lo sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.





Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

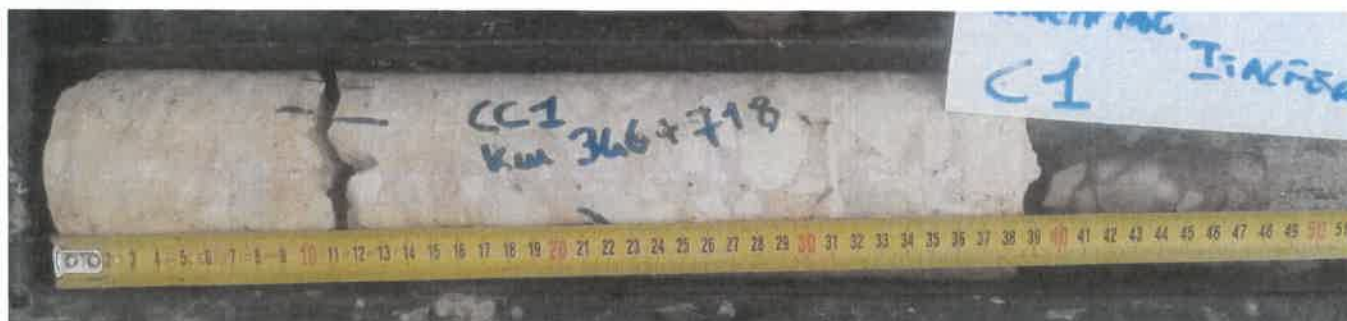
Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 2/8

**CERTIFICATO DI PRELIEVO**  
Estrazione di microcarote  
[UNI EN 12504-1]

Tabella 1 Colonna stratigrafica carota C1

Data prelievo:		15/02/22				
Sigla	Ubicazione					
C1	Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone					
	NOTE carotaggio d100 per i 39 cm per prelievo campione da sottoporre a prova di compressione			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note		
50	Calcestruzzo	Eccellente		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra		



Lo sperimentatore  
per. Ind. *Alberto La Placa*

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. *Vincenzo Arena*

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 3/8

**CERTIFICATO DI PRELIEVO**  
Estrazione di microcarote  
[UNI EN 12504-1]

Tabella 2 Colonna stratigrafica carota C2

Data prelievo:		15/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C2	Ponte al km 346+718 - Appoggio soletta lato Gela - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,10 m da intradosso soletta				
			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
60	Calcestruzzo	Discreto		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	
65	Terra	Molto scarso			



Lo sperimentatore  
per. Ind. *Alberto La Foca*

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. *Vincenzo Arena*

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta

via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)

C.P. 287 – 93100 Caltanissetta

Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422

e-mail: info@sidercem.it

CER 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>  <b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			

Foglio 4/8

**CERTIFICATO DI PRELIEVO**  
Estrazione di microcarote  
**[UNI EN 12504-1]**

Tabella 3 Colonna stratigrafica carota C3

Data prelievo:		15/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato				
	NOTE carotaggio d100 per i primi 30 cm per prelievo campione da sottoporre a prova di compressione		Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1					
2					
260	Calcestruzzo	Scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento asse ponte	



Lo sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 5/8

**CERTIFICATO DI PRELIEVO**  
Estrazione di microcarote  
[UNI EN 12504-1]

Tabella 4 Colonna stratigrafica carota C4

Data prelievo:		14/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C4	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 1,60 m da intradosso soletta, a 1,70 m da bordo lato valle				
			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1					
180	Muratura	Discreto			
2	200	Terra	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra



Lo sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 6/8

**CERTIFICATO DI PRELIEVO**  
Estrazione di microcarote  
[UNI EN 12504-1]

Tabella 5 Colonna stratigrafica carota C6

Data prelievo:		14/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C6	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,50 m da intradosso soletta, a 2,50 m da bordo lato valle				
	NOTE inclinazione 8°		Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1					
180	Muratura	Buono			
2					
250	Calcestruzzo	Scarso			
260	Terra	Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	



Lo sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 7/8

**CERTIFICATO DI PRELIEVO**  
Estrazione di microcarote  
[UNI EN 12504-1]

Tabella 6 Colonna stratigrafica carota C7

Data prelievo:		15/02/22			
Sigla	Ubicazione				
C7	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,50 m da intradosso soletta, a 2,50 m da bordo lato valle				
	NOTE inclinazione 17°		Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione	Recupero		Note	
1					
185	Muratura	Buono			
2					
260	Calcestruzzo	Molto scarso			
270	Terra	Molto scarso			Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra



Lo sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9702    05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 8/8

**CERTIFICATO DI PRELIEVO**  
Estrazione di microcarote  
[UNI EN 12504-1]

Tabella 7 Colonna stratigrafica carota C8

Data prelievo:		15/02/22				
Sigla	Ubicazione					
C8	Ponte al km 346+718 - Spalla lato Gela - a 2,40 m da intradosso soletta, a 1,70 m da bordo lato valle					
	NOTE inclinazione 50°			Ø campione:	50 mm	L campione:
Prof (cm)	Descrizione		Recupero		Note	
1						
2						
240	Muratura		Scarso			
290	Terra		Molto scarso		Carotaggio interrotto al raggiungimento di terra	



Lo sperimentatore  
per. Ind. *Adriano La Placa*

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. *Vincenzo Arena*

Il presente certificato è composto da n°8 fogli numerati da 1 a 8  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

### Sottopasso al km 346+718



### Allegato C

**Prove con martinetto piatto doppio**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena





**Istituto di Ricerca e Sperimentazione**  
**C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874**  
**P.I.V.A.: 01479620856**  
**Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.**



**Laboratorio di Caltanissetta**  
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
**Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422**  
**e-mail: info@sidercem.it**  
 CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Prot. N°	C-DIA-A 5055	<b>CERTIFICATO</b>	<b>Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta</b>		
Data accettazione	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9706      05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	14/02/2022				
Materiale di prov:	muratura				

Foglio 1/6

**Richiedente:** ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto

**Committente:** Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

**Referente di Contratto:** ing. Dario Tiberti

**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) Le prove sono state eseguite in data 14/02/2022 dal personale Sidercem srl
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata	Matricola	Ente	Verifica Taratura		
			Data Verifica	Scadenza	
MOTOTRONCATRICE A SCOPPIO PER MARTINETTI PIATTI	HUSQVARNA	K970 RING	Sidercem	All'utilizzo	-
MARTINETTI PIATTI	BOVIAR	350X260X4/620X260X4	Sidercem	All'utilizzo	-
MANOMETRO Digitale	AEP transducers 700 bar	933032	Boviar	dicembre-22	dicembre-23
MANOMETRO	ALLEMANO 100 bar	20191106010	Sidercem	dicembre-21	aprile-22

**CERTIFICATO DI PROVA**  
**Martinetto piatto doppio**  
**(ASTM C1197)**

Foto 2 - Lettura deformazioni



Lo sperimentatore  
 per .ing. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6  
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.





Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.



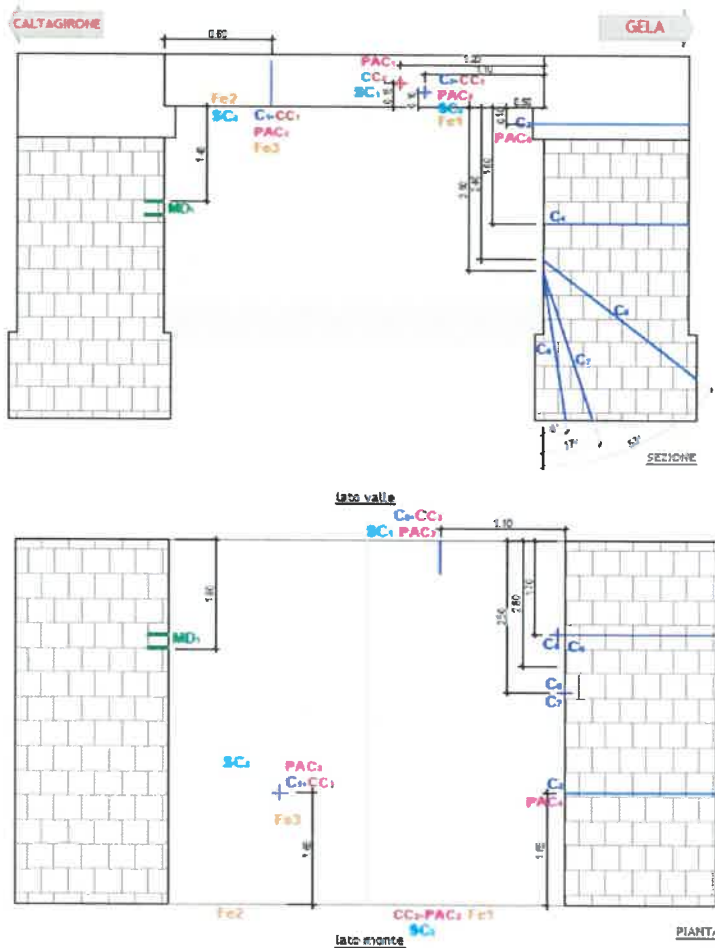
Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Prot. N°	C-DIA-A 5055	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta			
Data accettazione	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9706</b>	<b>05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022				Settore:	CND
Data fine prova:	14/02/2022					
Materiale di prov:	muratura					

<b>PROVA CON MARTINETTO PIATTO DOPPIO</b>					Prova n°	
<b>ASTM C1197</b>					<b>MPD1</b>	
Ubicazione prova:		Opera al km 346+718 - spalla lato Caltagirone a 1,80 m da imbocco lato valle				
Tipologia Muraria:		Muratura in pietrame				
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	$K_a=Am/At$
						0,915

Foglio 2/6

**1 - UBICAZIONE DEL PUNTO DI PROVA**



Lo sperimentatore  
per ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di ricerca e sperimentazione  
C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874  
P.I.V.A.: 01479620856  
Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	<b>CERTIFICATO</b>	<b>C-DIA-C 9706      05/04/2022</b>		Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta
Data accettazione:	15/02/2022				Divisione: Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022				Settore: CND
Data fine prova:	14/02/2022				
Materiale di prova:	muratura				

**MARTINETTO PIATTO DOPPIO**

ASTM C1197

**MPD1**

Ubicazione indagine: Opera al km 346+718 - spalla lato Caltagirone a 1,80 m da imbocco lato valle

Tipologia Muraria: Muratura in pietrame

Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	Ka=Am/At	0,915
-------------	-----------	------------	-----	----	-------	----------	-------

Foglio 3/6

**4 - RISULTATI DI PROVA: martinetto piatto doppio**

Altezza da imposta arco:	M inf.	1,94	m (H)
	M sup	1,45	m (H')

Ora	ciclo	Fase	Pressioni	Tensioni	Deformazioni rilevate							
					Base 1		Base 2		Base 3		Base 4	
					m	e [10 <sup>-5</sup> ]	m	e [10 <sup>-5</sup> ]	m	e [10 <sup>-5</sup> ]	m	e [10 <sup>-5</sup> ]
[hh:mm]			[bar]	[MPa]								
14:40	1	post-taglio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
14:45	-	carico	5	0,41	11	2,75	14	3,50	14	3,50	-5	-1,25
14:50	-	-	10	0,82	30	7,50	29	7,25	28	7,00	-12	-3,00
14:55	-	-	15	1,23	45	11,25	39	9,75	50	12,50	-16	-4,00
15:00	-	-	20	1,64	45	11,25	49	12,25	77	19,25	-24	-6,00
15:05	2	scarico	0	0,00	11	2,75	-4	-1,00	5	1,25	-2	-0,50
15:10	-	carico	20	1,64	45	11,25	51	12,75	75	18,75	-23	-5,75
15:15	-	-	25	2,05	55	13,75	64	16,00	95	23,75	-33	-8,25
15:20	-	-	30	2,46	70	17,50	86	21,50	139	34,75	-48	-12,00
15:25	-	-	35	2,87	85	21,25	107	26,75	179	44,75	-62	-15,50
15:30	-	-	40	3,28	102	25,50	135	33,75	228	57,00	-78	-19,50
15:35	-	-	45	3,69	120	30,00	159	39,75	255	63,75	-92	-23,00
15:40	-	-	50	4,11	140	35,00	194	48,50	310	77,50	-124	-31,00
15:45	-	-	55	4,52	167	41,75	224	56,00	365	91,25	-132	-33,00
15:50	-	-	60	4,93	199	49,75	259	64,75	427	106,75	-163	-40,75
15:55	-	-	65	5,34	215	53,75	294	73,50	515	128,75	-212	-53,00
16:00	-	-	70	5,75	232	58,00	334	83,50	610	152,50	-282	-70,50
16:05	-	-	75	6,16	277	69,25	409	102,25	825	206,25	-407	-101,75
16:10	-	-	80	6,57	337	84,25	456	114,00	935	233,75	-509	-127,25
16:15	-	scarico	40	3,28	200	50,00	334	83,50	840	210,00	-432	-108,00
16:20	-	-	20	1,64	165	41,25	274	68,50	737	184,25	-387	-96,75
16:25	-	-	0	0,00	100	25,00	144	36,00	465	116,25	-246	-61,50

Lo sperimentatore  
per .ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta

via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)

C.P. 287 - 93100 Caltanissetta

Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422

e-mail: info@sidercem.it

CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	<b>CERTIFICATO</b>	<b>C-DIA-C 9706      05/04/2022</b>		Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022				Divisione: Diagnostica	
Data inizio prova:	14/02/2022				Settore: CND	
Data fine prova:	14/02/2022					
Materiale di prova:	muratura					

**MARTINETTO PIATTO DOPPIO**

**ASTM C1197**

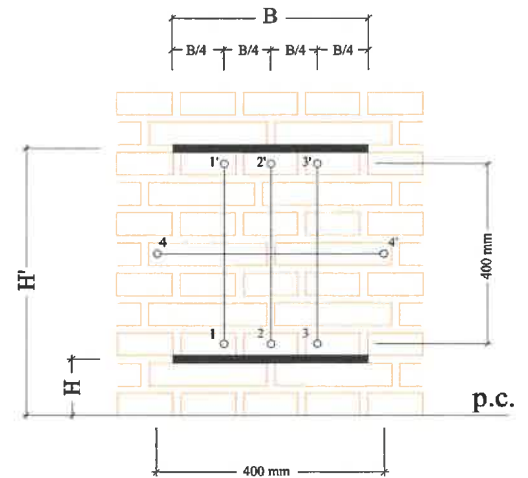
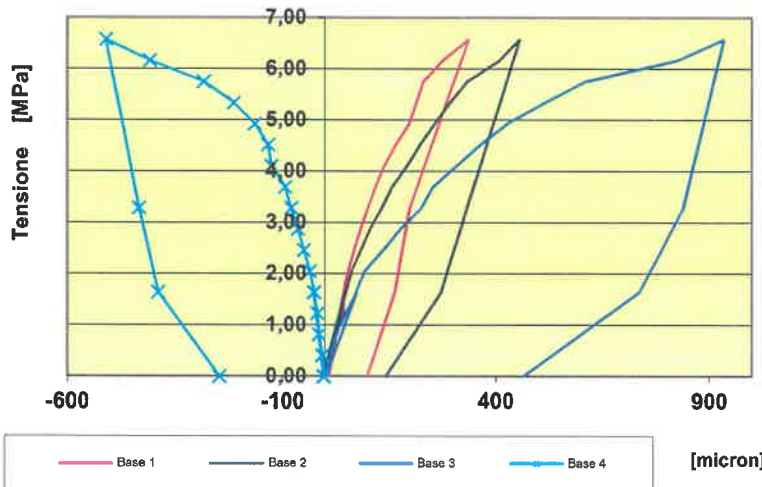
**MPD1**

Ubicazione indagini:	Opera al km 346+718 - spalla lato Caltagirone a 1,80 m da imbocco lato valle						
Tipologia Muraria:	Muratura in pietrame						
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	Ka=Am/At	0,915

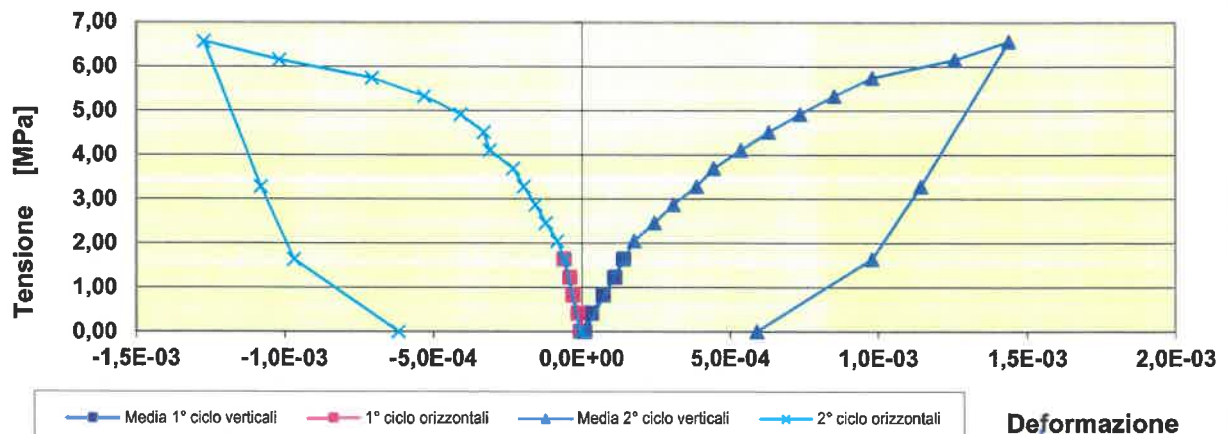
Foglio 4/6

**5 - DIAGRAMMI TENSIONI - DEFORMAZIONI**

**Spostamenti - Tensione**



**Tensione - deformazione**



Lo sperimentatore  
per .ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



Istituto di ricerca e sperimentazione  
C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/assetta: 01754820874  
P.I.V.A.: 01479620856  
Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione:	SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9706</b>	<b>05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022				Settore:	CND
Data fine prova:	14/02/2022					
Materiale di prova:	muratura					

**MARTINETTO PIATTO DOPPIO**

ASTM C1197

**MPD1**

Ubicazione indagine: Opera al km 346+718 - spalla lato Caltagirone a 1,80 m da imbocco lato valle

Tipologia Muraria: Muratura in pietrame

Martinetto: 350x260x4 Base (mm): 400 Km 0,897 Ka=Am/At 0,915

Foglio 5/6

**6 - VALUTAZIONE CARATTERISTICHE MECCANICHE**

Altezza da p.c.:	M inf.	2,50	m	(H)
	M sup	1,90	m	(H')

Ora	Ciclo	Fase	Pressioni [bar]	Tensioni [MPa]	Deformazioni rilevate		Modulo di deformabilità E	Modulo di Dilatanza u
					Verticali media e <sub>v</sub>	Orizzontali e <sub>h</sub>		
14:40	1	post-taglio	0	0,00	0,00E+00	0,00E+00	-	-
14:45	-	carico	5	0,41	3,25E-05	-1,25E-05	12631,1	0,38
14:50	-	-	10	0,82	7,25E-05	-3,00E-05	10262,7	0,41
14:55	-	-	15	1,23	1,12E-04	-4,00E-05	10481,1	0,36
15:00	-	-	20	1,64	1,43E-04	-6,00E-05	13313,8	0,42
15:05	2	scarico	0	0,00	1,00E-05	-5,00E-06	-	-
15:10	-	carico	20	1,64	1,43E-04	-5,75E-05	12392,7	0,40
15:15	-	-	25	2,05	1,78E-04	-8,25E-05	11456,1	0,46
15:20	-	-	30	2,46	2,46E-04	-1,20E-04	6081,6	0,49
15:25	-	-	35	2,87	3,09E-04	-1,55E-04	6481,7	0,50
15:30	-	-	40	3,28	3,88E-04	-1,95E-04	5240,5	0,50
15:35	-	-	45	3,69	4,45E-04	-2,30E-04	7139,3	0,52
15:40	-	-	50	4,11	5,37E-04	-3,10E-04	4478,3	0,58
15:45	-	-	55	4,52	6,30E-04	-3,30E-04	4398,3	0,52
15:50	-	-	60	4,93	7,38E-04	-4,08E-04	3818,7	0,55
15:55	-	-	65	5,34	8,53E-04	-5,30E-04	3544,0	0,62
16:00	-	-	70	5,75	9,80E-04	-7,05E-04	3240,9	0,72
16:05	-	-	75	6,16	1,26E-03	-1,02E-03	1470,5	0,81
16:10	-	-	80	6,57	1,44E-03	-1,27E-03	2270,1	0,88
16:15	-	scarico	40	3,28	1,15E-03	-1,08E-03	-	-
16:20	-	-	20	1,64	9,80E-04	-9,68E-04	-	-
16:25	-	-	0	0,00	5,91E-04	-6,15E-04	-	-

Lo sperimentatore  
per .ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.





Istituto di ricerca e sperimentazione  
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874  
 P.I.V.A.: 01479620856  
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.



Laboratorio di Caltanissetta  
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
 C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
 e-mail: info@sidercem.it  
 CER 1.2.4.b Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5055	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9706      05/04/2022</b>	
Data inizio prova:	14/02/2022			
Data fine prova:	14/02/2022		Divisione: Diagnostica	
Materiale di prova:	muratura		Settore: CND	

**MARTINETTO PIATTO DOPPIO**

**ASTM C1197**

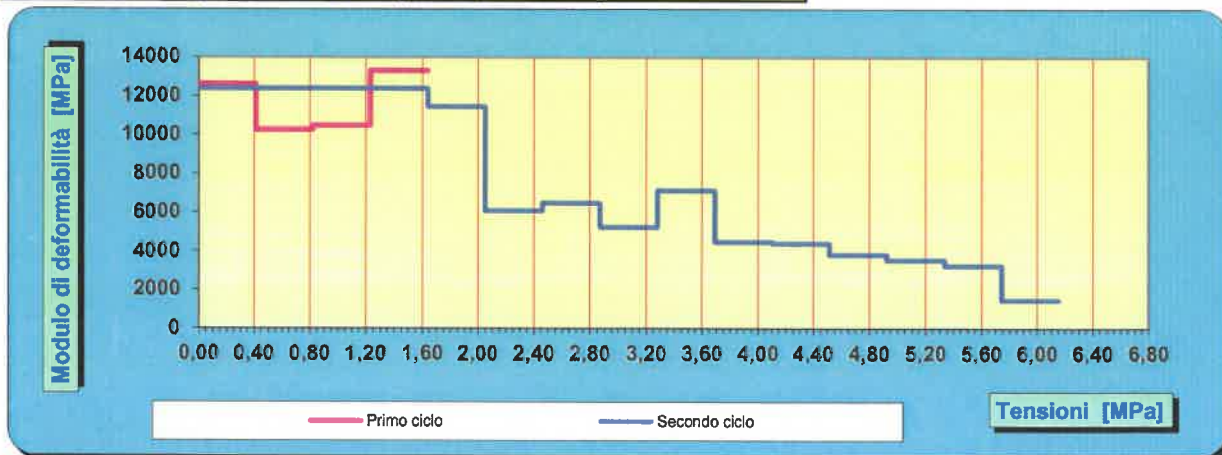
**MPD1**

Ubicazione indagini:	Opera al km 346+718 - spalla lato Caltagirone a 1,80 m da imbocco lato valle						
Tipologia Muraria:	Muratura in pietrame						
Martinetto:	350x260x4	Base (mm):	400	Km	0,897	Ka=Am/At	0,915

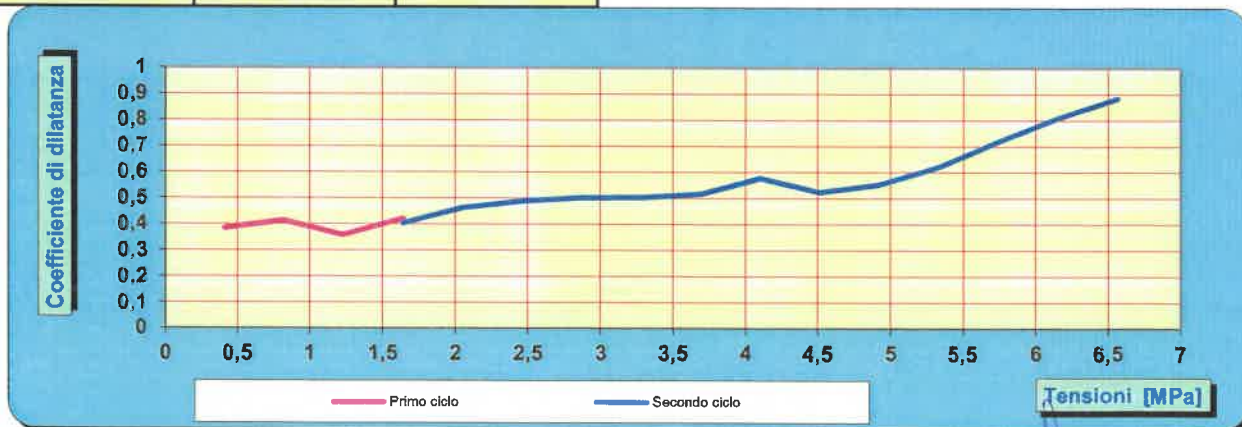
Foglio 6/6

**7 - Riepilogo**

Pressione di rottura	<b>6,57</b> MPa		
	Medio	Secante	
Modulo di deformabilità	1° ciclo	11672,2	MPa
	2° ciclo	8399,3	MPa



Modulo di dilatanza	1° ciclo	0,39
	2° ciclo	0,49



Lo sperimentatore  
 per .ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°6 fogli numerati da 1 a 6  
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.





P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)

Timbro a secco



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**



**Allegato D**  
**Indagini magnetometriche**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



**Istituto di Ricerca e Sperimentazione**  
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874  
 P.I.V.A.: 01479620856  
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

**Laboratorio di Caltanissetta**  
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
 e-mail: info@sidercem.it  
 CER 1.1.2 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9703</b>	<b>05/04/2022</b>	Divisione: Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022				Settore: CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Acciaio				

Foglio 1/5

**Richiedente:** ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto  
**Committente:** Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi  
**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Le ubicazioni delle prove sono state indicate e sottoscritte dal: **Direttore per l'esecuzione del contratto**
- (2) Le prove sono state eseguite nel periodo compreso tra le date 14/02/2022 e 15/02/2022
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCER s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
Pacometro	Ferroscon Hilti PS250	31224/014714003	Sidercem	All'utilizzo	-

**CERTIFICATO DI PROVA**  
 INDAGINE MAGNETOMETRICA  
 [BS 1881-204:1998]

Foto n°1

PAC4



**Lo Sperimentatore**  
 per. Ind. Alberto La Placa

Foto n°2

PAC2



**Il Direttore di Laboratorio**  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°5 fogli numerati da 1 a 5  
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.

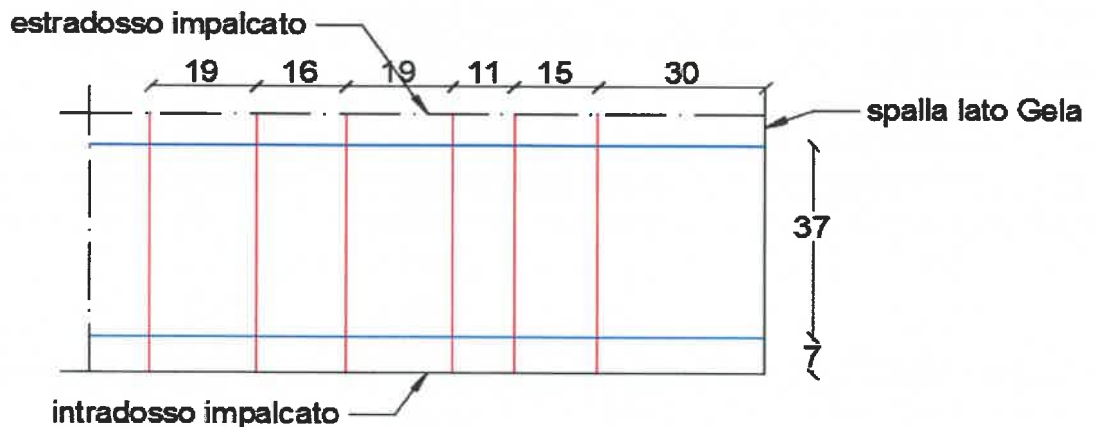
Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9703</b>	Divisione:	Diagnostica	
Data inizio prova:	14/02/2022				Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022		<b>05/04/2022</b>			
Materiale di prova:	Acciaio					

**CERTIFICATO DI PROVA  
INDAGINE MAGNETOMETRICA  
[BS 1881-204:1998]**

**Scheda di rilievo delle barre d'armatura - PAC1**

Elemento Strutturale:	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte
Ubicazione:	a 0,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta

**PAC1**



Staffe	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	Passo staffe
	[mm]		minimo [mm]	[mm]
	10	liscia	5	150-190
Barre longitudinali	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	
	[mm]		minimo [mm]	
	20	liscia	30	

Note: (\*) rilevato mediante saggio  
(\*\*): rilevato mediante saggio

Lo Sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. Ing. Vincenzo Arena

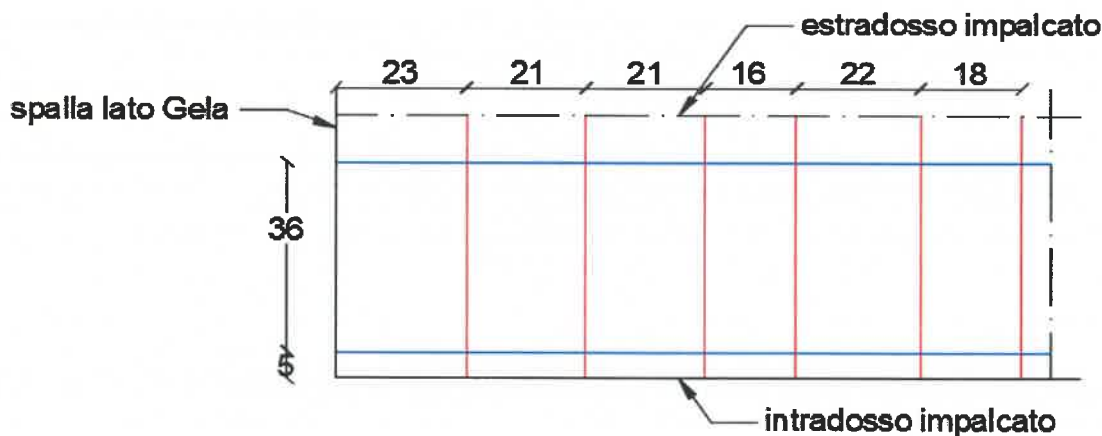
Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9703      05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Acciaio				

**CERTIFICATO DI PROVA  
 INDAGINE MAGNETOMETRICA  
 [BS 1881-204:1998]**

**Scheda di rilievo delle barre d'armatura - PAC2**

Elemento Strutturale:	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle
Ubicazione:	a 0,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta

**PAC2**



barra longitudinale ——— staffa ———

Staffe	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	Passo staffe
	[mm]		minimo [mm]	[mm]
	10	liscia	10	160-220
Barre longitudinali	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	
	[mm]		minimo [mm]	
	20	liscia	25	

Note: (\*) rilevato mediante saggio  
 (\*\*): rilevato mediante saggio

Lo Sperimentatore  
 per. Ind. Alberto La Placa

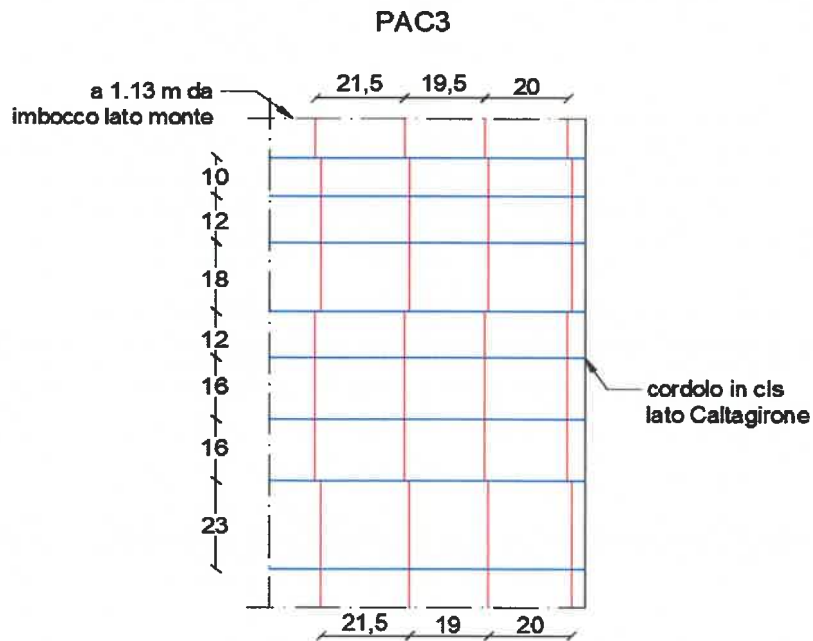
Il Direttore di Laboratorio  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9703      05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Acciaio				

**CERTIFICATO DI PROVA  
INDAGINE MAGNETOMETRICA  
[BS 1881-204:1998]**

**Scheda di rilievo delle barre d'armatura - PAC3**

Elemento strutturale:	Ponte al km 346+718 - Soletta
Ubicazione:	a partire da imbocco lato monte, a 0,10 m da cordolo lato Caltagirone



barra longitudinale ——— staffa ———

Staffe	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	Passo staffe
	[mm]		minimo [mm]	[mm]
	10	liscia	5	190-210
Barre longitudinali	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	
	[mm]		minimo [mm]	
	20	liscia	30	

Note: (\*) rilevato mediante saggio  
(\*\*): rilevato mediante saggio

Lo Sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

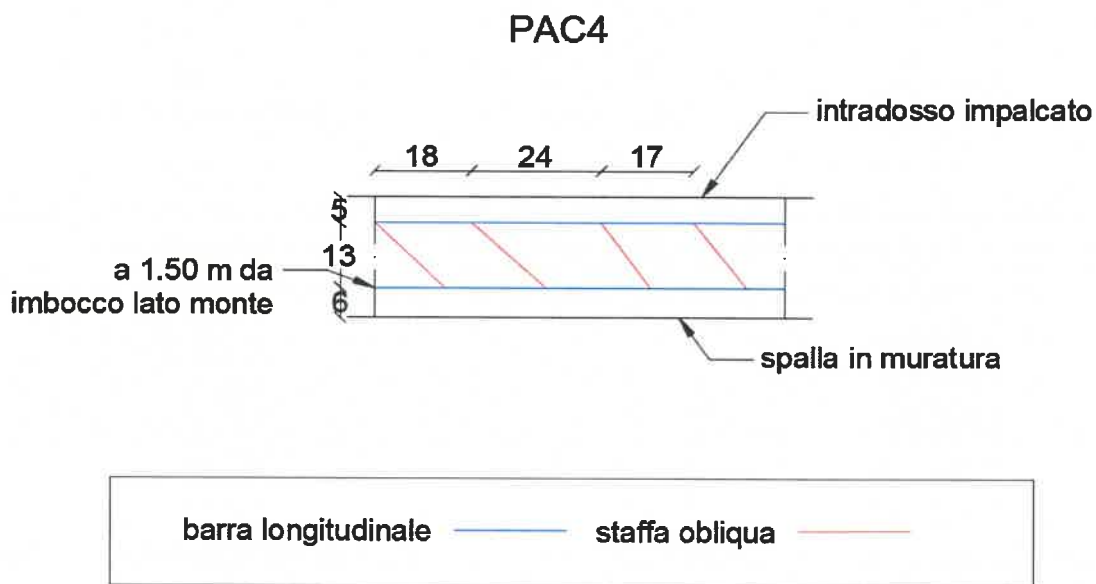


Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9703      05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Acciaio				

**CERTIFICATO DI PROVA  
INDAGINE MAGNETOMETRICA  
[BS 1881-204:1998]**

**Scheda di rilievo delle barre d'armatura - PAC4**

Elemento strutturale:	Ponte al km 346+718 - cordolo lato Caltagirone
Ubicazione:	Cordolo di appoggio, a partire da imbocco lato monte



Staffe oblique	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	Passo staffe
	[mm]		minimo [mm]	[mm]
	10	liscia	20	170-230
Barre longitudinali	Diametro (*)	Tipo di barra (**)	Copriferro	
	[mm]		minimo [mm]	
	8	liscia	41	

Note: (\*) rilevato mediante saggio  
(\*\*): rilevato mediante saggio

Lo Sperimentatore  
per. Ind. Alberto La Placa

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)

Timbro a secco



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**



**Allegato E**

**Prove sclerometriche**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta		
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9705      05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

Foglio 1/2

**Richiedente:** ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto

**Committente:** Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Direttore per l'esecuzione del contratto** ing. Stefano Ballerini

**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) Le prove sono state eseguite nel periodo compreso tra le date 14/02/2022 e 15/02/2022 dal personale Sidercem srl
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Verifica Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
Sclerometro	BOVIAR GEI CONcrete	14C0101M	Sidercem	All'utilizzo	-

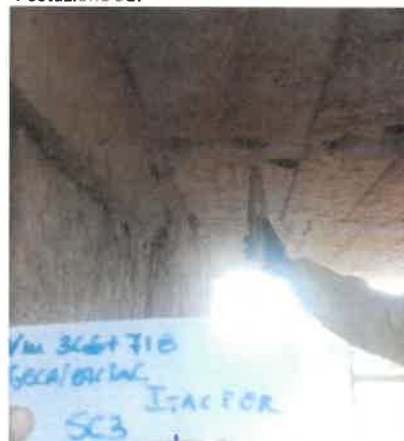
**CERTIFICATO DI PROVA**  
**PROVA SCLEROMETRICA**  
**UNI EN 12504-2 - D.M. 17/01/2018**

Foto 1- Postazione SC2



**Lo Sperimentatore**  
 per. ind. *Alberto La Placa*

Foto 2- Postazione SC7



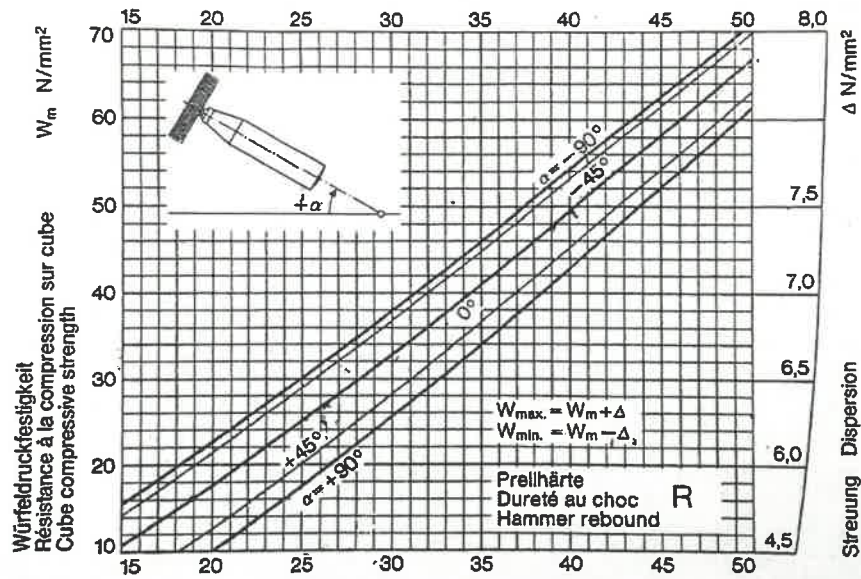
**Il Direttore di laboratorio**  
 dott. ing. *Vincenzo Arena*

Il presente certificato è autenticato dalla Sidercem s.r.l. mediante l'apposizione del timbro a secco visibile in alto. In assenza, originali e copie sono da ritenersi contraffatte. E' vietata la riproduzione anche parziale, senza l'autorizzazione.

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		<b>C-DIA-C 9705      05/04/2022</b>	Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022			Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022				
Materiale di prova:	Calcestruzzo				

**CERTIFICATO DI PROVA  
 PROVA SCLEROMETRICA  
 UNI EN 12504-2 - D.M. 17/01/2018**

**Diagramma 1: Correlazione tra indice di rimbalzo e resistenza a compressione fornito dal costruttore**



**Tabella 1** Riepilogo dei risultati ottenuti(SC1-)

Sigla	Elemento	Localizzazione	Battute sclerometriche												ID		ID Mediano	Angolo di battuta $\alpha$
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	min	max		[°]
SC1	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle	a 0,15 m da intradosso soletta, a 1,50 m da spalla lato Caltagirone	24	24	22	26	24	26	22	24	26	24	22	24	22	26	24	0
SC2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte	a 0,15 m da intradosso soletta, a 1,60 m da spalla lato Gela	22	20	22	24	22	20	26	24	22	26	26	20	20	26	22	0
SC3	Ponte al km 346+718 - Soletta	a 1,90 m da imbocco lato monte, a 0,30 m da spalla lato Caltagirone	34	30	34	30	34	32	30	34	32	30	36	34	30	36	33	90

NOTE: Indice sclerometrico pari alla mediana delle battute eseguite

Lo Sperimentatore  
 per. ind. Alberto La Placa

Il Direttore di laboratorio  
 dott. ing. Vincenzo Arena



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr. C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)

Timbro a secco



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**



**Allegato F**

**Determinazione modulo elastico dinamico**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RUB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nino Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena





**Istituto di Ricerca e Sperimentazione**  
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874  
 P.I.V.A.: 01479620856  
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

**Laboratorio di Caltanissetta**  
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
 e-mail: info@sidercem.it  
 CER 2.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>  <b>C-DIA-C 9704    05/04/2022</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022		Divisione:	Diagnostica
Data inizio prova:	14/02/2022		Settore:	CND
Data fine prova:	15/02/2022			
Materiale di prova:	Calcestruzzo			

Foglio 1/2

**Richiedente:** ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore per l'esecuzione del contratto

**Committente:** Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

- (1) Il numero di prove e le ubicazioni sono state indicate dal Direttore per l'esecuzione del contratto
- (2) Le prove sono state eseguite nel periodo compreso tra le date 14/02/2022 e 15/02/2022 dal personale Sidercem srl
- (3) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.
- (4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 633/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata	Matricola	Ente	Verifica Taratura		
			Data Verifica	Scadenza	
APPARECCHIATURA AD ULTRASUONI	LBG	25	Sidercem	All'utilizzo	-
Bilancia:	Ohaus	JA25781	SIDERCEM	15/01/22	31/01/23

**CERTIFICATO DI PROVA**

**MODULO ELASTICO DINAMICO DEL CALCESTRUZZO DA ULTRASUONI E CAROTAGGIO**

UNI EN 12504 – 4:2005    UNI 9524:1989

Foto 1- Misurazione carota CC2



Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2

**Lo Sperimentatore**  
 dott. ing. Nicola Gruttadauria

**Il Direttore di Laboratorio**  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2  
 E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



**SIDERCEM**  
S.r.l.  
Istituto di Ricerca e Sperimentazione  
C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/setting: 01754820874  
P.I.V.A.: 01479620856  
Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

**Laboratorio di Caltanissetta**  
via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
e-mail: info@sidercem.it  
CER 2.2.1 Rev. 0 del 30/06/2020

Timbro a secco

Prot. N°	C-DIA-A 5058	<b>CERTIFICATO</b>	<b>C-DIA-C 9704    05/04/2022</b>		Luogo emissione:	SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta	
Data accettazione:	15/02/2022				Divisione:	Diagnostica	
Data inizio prova:	14/02/2022				Settore:	CND	
Data fine prova:	15/02/2022						
Materiale di prova:	Calcestruzzo						

Foglio 2/2

## CERTIFICATO DI PROVA

MODULO ELASTICO DINAMICO DEL CALCESTRUZZO DA ULTRASUONI E CAROTAGGIO

**UNI EN 12504 – 4:2005    UNI 9524:1989**

### A- CARATTERISTICHE DELLA PROVA

La tecnica d'analisi si fonda sullo studio della propagazione di impulsi di vibrazione meccanica lungo una serie di traiettorie all'interno dell'elemento strutturale da analizzare. Lo scopo delle prove è:

- Verificare l'omogeneità di un elemento strutturale;
- Valutare qualsiasi mutamento delle proprietà dei materiali a causa di fenomeni di degrado;
- Esaminare i difetti in elementi strutturali (cavità, fessurazioni, strati superficiali danneggiati, ...).
- Stimare l'ordine di grandezza le proprietà meccaniche dei materiali utilizzati.

### B-STIMA DEL MODULO ELASTICO DINAMICO

Le velocità cui ci si riferisce, relative alle onde P (onde longitudinali primarie o di pressione), sono state determinate, calcolando il rapporto tra la distanza tra le sonde (pari nel caso specifico all'altezza della carota) ed il tempo di transito rilevato. Essa dipende dalle caratteristiche elastomeccaniche e dinamiche del mezzo (modulo di elasticità  $E_d$ , modulo di Poisson  $\nu$ , e dalla sua densità  $\rho$ ), secondo la seguente relazione, valida per mezzi omogenei e isotropi:

$$v_p = \sqrt{\frac{E \cdot (1 - \nu)}{\rho \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}} \Rightarrow E = \frac{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}{(1 - \nu)} \cdot \rho V_p^2$$

Il presente certificato restituisce, sulla base delle misure eseguite, una stima del modulo elastico dinamico secondo la relazione sopra esposta, al variare del Coeff. di Poisson  $\nu$  secondo valori compresi tra 0,00 ( $E = \nu V^2$  ipotesi di calcestruzzo fessurato) e 0,20.

**Tabella 1.a** - Risultati delle prove di laboratorio sui provini ricavati dai campioni prelevati in cantiere.

Sigla	Parte d'opera	Localizzazione	PARAMETRI FISICI				Modulo elastico dinamico $E_d$ al variare del coeff. di Poisson			
			T	Vus	Mv	D	u=0	u=0,1	u=0,15	u=0,2
			[ms]	[m/s]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[mm]				
CC1	Ponte al km 346+718 - Soletta	a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone	56,9	3409	2072	194,0	24090	23555	22815	21681
CC2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte	a 1,20 m da muro d'ala lato Gela, a 0,15 m da intradosso impalcato	52,2	3759	2121	196,2	29965	29299	28378	26968
CC3	Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle	a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato	54,5	3563	2076	194,2	26361	25775	24965	23725

**Legenda:**

T: Tempo propagazione degli ultrasuoni [ms]; Vus: Velocità ultrasonica [m/s]; D: Distanza tra le sonde [mm];

\*Nota: Misura eseguita sui provini da sottoporre a prova di compressione

**Lo Sperimentatore**  
dott. ing. *Nicola Gruttadauria*

**Il Direttore di Laboratorio**  
dott. ing. *Vincenzo Arena*

Il presente certificato è composto da n°2 fogli numerati da 1 a 2  
E' vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.

Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**



**Allegato G**

**Determinazione massa volumica e resistenza a compressione**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



**Istituto di Ricerca e Sperimentazione**  
 C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/assetta: 01754820874  
 P.I.V.A.: 01479620856  
 Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

**Laboratorio di Caltanissetta**  
 via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)  
 C.P. 287 – 93100 Caltanissetta  
 Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422  
 e-mail: info@sidercem.it  
 CER 2.2.1 EDIZ. 2  
 REV 2 del 21/03/2018

Timbro a secco

<b>Prot. N°</b> 77801	<b>CERTIFICATO</b>	<b>Emesso il :</b>	<b>Luogo emissione:</b>
<b>Data accettazione:</b> 15/02/2022			SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta
<b>Data prova:</b> Vedi colonna data rottura			Laboratorio autorizzato: D.M. prot. 0000011 del 13/02/2020
<b>Materiali:</b> Carote di calcestruzzo			<b>Divisione</b> L. 1086/71 - Circ. 7617/STC
	<b>615422</b>	<b>11/04/2022</b>	<b>Settore</b> Calcestruzzi

Foglio 1 / 1

**Richiedente:** ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore dell'esecuzione del Contratto

**Committente:** Italferr s.p.A. nella qualità di Ente Appaltante

**Referente di contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

(1) La provenienza e le caratteristiche del prelievo sono dichiarate e sottoscritte dal: Direttore dell'esecuzione del Contratto

(2) I prelievi sono stati eseguiti in data 15/02/2022

(3) I provini sono stati ricavati in laboratorio dai campioni consegnati dal Personale Sidercem

(4) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 7617/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale:

Attrezzatura Impiegata	Matricola	Ente	Taratura		
			Data Verifica	Scadenza	
Pressa / Macchina:	Controls	15006326	UNIVERSITA' DI ENNA	15/01/22	31/01/23
Bilancia:	Ohaus	JA25781	SIDERCEM	15/01/22	31/01/23
Calibro:	A corsoio	CAL 1119	SIDERCEM	15/01/22	31/01/23

### CERTIFICATO DI PROVA

PROVA di COMPRESIONE e MASSA VOLUMICA

DM 17/01/2018 - UNI EN 12504-1 - UNI EN 12390-3 - UNI EN 12390-7

CARATTERISTICHE DEL PRELIEVO				CARATTERISTICHE MECCANICHE E FISICHE								NOTE		
Data Prelievo	Data rottura	Sigla	Ubicazione	D <sub>agg</sub> [mm]	P [g]	Mv (**) [kg/m <sup>3</sup> ]	d [mm]	h [mm]	A [mm <sup>2</sup> ]	F [kN]	f <sub>c</sub> [MPa]			
15/02/2022	22/02/2022	CC1	Caltagirone - Gela- Ponte al km 346+718 - Soletta - a 1,65 m da bordo lato monte, a 0,60 da spalla lato Caltagirone	38,2	2790	2070	94,0	194,0	6940	99,3	14,4	S	R	a
15/02/2022	22/02/2022	CC2	Caltagirone - Gela- Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte - a 1,20 m da muro d'ala lato Gela, a 0,15 m da intradosso impalcato	33,2	2888	2120	94,0	196,2	6940	116,8	16,9	S	R	a
15/02/2022	22/02/2022	CC3	Caltagirone - Gela- Ponte al km 346+718 - Faccia lato valle - a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 m da intradosso impalcato	27,0	2798	2080	94,0	194,2	6940	85,3	12,3	S	R	a

**Legenda :** D<sub>agg</sub>= Diametro massimo aggregato; P: peso del campione; Mv: Massa volumica; d: diametro del provino; h: altezza del provino; F: carico totale; f<sub>c</sub>: resistenza a compressione;  
**Tipo di rottura :** S = soddisfacente; A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K = non soddisfacente ai sensi della UNI EN 12390-3;  
**R:** Provino rettificato mediante molatura; **N.R.:** Provino che non necessita di rettifica: "come ricevuto";  
**[a]** Vuoti su superficie appoggio; **[b]** Lesioni visibili all'interno del provino; **[c]** Vespai visibili all'interno del provino; **[d]** Barre all'interno del provino;  
**(\*\*)** Condizioni del provino al momento della prova "come ricevuto" e metodo per la determinazione del volume "misurazione dei lati";

Lo Sperimentatore  
 dott. ing. Calogero Puleo

Il Direttore di Laboratorio  
 dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente certificato è composto da un foglio e vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento.





P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



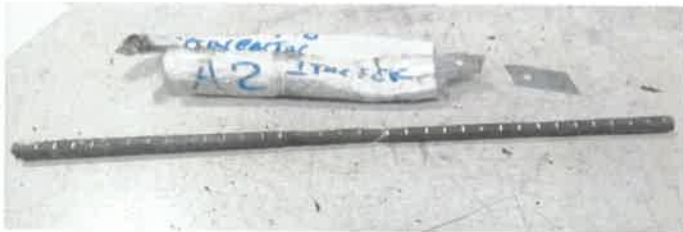
Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

**Committente:** Italferr S.p.A.  
**Direttore Esecuzione Contratto:** ing. Stefano Ballerini  
**Referente di Contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Sottopasso al km 346+718**



**Allegato H**

**Prove di trazione su barre d'armatura**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



Istituto di Ricerca e Sperimentazione

C.F.-Iscr.C.C.I.A.A. di C/ssetta: 01754820874

P.I.V.A.: 01479620856

Capitale Sociale: €102.774,92 i.v.

Laboratorio di Caltanissetta

via L. Grassi, 7 (Area Industriale Calderaro)

C.P. 287 – 93100 Caltanissetta

Tel.: 0934565012 - Fax.: 0934575422

e-mail: info@sidercem.it

CER 4.1.1 e CER 4.2.2 EDIZ. 2 REV. 2 del 16/05/2019

Timbro a secco

Prot. N°	77801	<b>CERTIFICATO</b>	Luogo emissione: SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta
Data accettazione:	15/02/2022		Laboratorio autorizzato: D.M. prot. 0000011 del 13/02/2020
Data inizio prove:	08/04/2022		CERTIFICATO n. Emesso il :
Data fine prove:	08/04/2022		615421 11/04/2022
Materiali:	Acciaio		Divisione: L. 1086/71 - Circ. 7617/STC
			Settore: Acciai

Foglio 1 / 1

**Richiedente:** ing. Stefano Ballerini nella qualità di Direttore dell'esecuzione del Contratto

**Committente:** Italferr s.p.a. nella qualità di Ente Appaltante

**Referente di contratto:** ing. Francesco Sacchi

**Oggetto:** Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscampa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8

(1) La provenienza e le caratteristiche del prelievo sono dichiarate e sottoscritte dal: Direttore dell'esecuzione del Contratto

(2) I prelievi sono state eseguiti nel periodo compreso tra le date 14/02/2022 e 15/02/2022

(3) I provini sono stati ricavati in laboratorio dai campioni consegnati dal Personale Sidercem

(4) Il presente certificato viene autenticato dalla SIDERCEM s.r.l. di Caltanissetta mediante l'apposizione su ciascun foglio del timbro a secco visibile in alto. In assenza del timbro a secco il certificato è da ritenersi contraffatto.

(5) Gli strumenti di misura impiegati per l'esecuzione delle prove, sono stati sottoposti alle verifiche di taratura in conformità alle periodicità prescritte nella circolare n° 7617/STC e a quanto certificato dal DNV GL nel Sistema di Qualità Aziendale

Attrezzatura Impiegata		Matricola	Ente	Taratura	
				Data Verifica	Scadenza
Pressa / Macchina Universale:	Galdabini SUN 100	V5NB	UNIVERSITA' DI ENNA	gennaio-22	gennaio-23
Bilancia:	Mettler Toledo	2360487	SIDERCEM	gennaio-22	gennaio-23
Calibro:	A corsoio	ACC035F15	SIDERCEM	gennaio-22	gennaio-23

### CERTIFICATO DI PROVA

PROVA DI TRAZIONE SU TONDO LISCIO

UNI EN ISO 15630-1 D.M. 17 gennaio 2018

Sigla	TRAZIONE									MARCHIO DEL PRODUTTORE
	Ubicazione		$\Phi_{eff.}$ [mm]	$S_{eff.}$ [mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_t$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$A_g$ [%]	$A_{gt}$ [%]	$f_y/f_y$	
Fe 1	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte	a 1,10 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta	10,5	87,4	511,7	646,8	9,8	10,1	1,26	non rilevato sul campione
Fe 2	Ponte al km 346+718 - Faccia lato monte	a 0,23 m da muro d'ala lato Gela, a 0,10 da intradosso soletta	9,6	73,1	343,3	465,8	16,0	16,2	1,36	non rilevato sul campione
Fe 3	Ponte al km 346+718 - Soletta	a 1,20 m da imbocco lato monte, a 0,65 m da cordolo lato Caltagirone	9,5	71,1	460,3	594,6	16,0	16,3	1,29	non rilevato sul campione

Note:

$\Phi_{eff.}$  = diametro efficace;  $S_{eff.}$  = sezione efficace;  $f_y$  = tensione di snervamento;  $f_t$  = tensione di rottura;  $f_{ynom}$  = tensione caratteristica nominale;  $A_g$  = allungamento percentuale non proporzionale a carico massimo;  $A_{gt}$  = allungamento percentuale totale a carico massimo

\*Campione con sezione ridotta ( $\phi_{min}$  6,8 mm), non è stato possibile determinare tensione di snervamento e allungamento

\*\*Campione con sezione ridotta ( $\phi_{min}$  4,4 mm), non è stato possibile determinare tensione di snervamento e allungamento

Lo Sperimentatore  
dott. ing. Calogero Puleo

Il Direttore di Laboratorio  
dott. ing. Vincenzo Arena

Il presente documento è autenticato da SIDERCEM s.r.l. mediante apposizione del timbro a secco visibile in alto. In assenza, originali e copie sono da ritenersi contraffatte. E' vietata la riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta.



P.I.V.A.: 01479620856

C.F. - Iscr.C.C.I.A.A. - di Caltanissetta: 01754820874

Capitale Sociale: € 102.774,92 i.v.



Laboratorio: Via Libero Grassi,7  
(Area Industriale Calderaro)  
C.P. 287 - 93100 Caltanissetta  
Tel.: 0934 565012  
Fax.: 0934 575422  
e-mail: [info@sidercem.it](mailto:info@sidercem.it)  
pec: [sidercem@legalmail.it](mailto:sidercem@legalmail.it)  
web: [www.sidercem.it](http://www.sidercem.it)



**Accordo Quadro N. 200001460 - Esecuzione di rilievi ed indagini strutturali conoscitive su opere d'arte sotto binario e muri di sottoscarpa nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica relativo al ripristino della tratta Caltagirone-Gela - C.A.8**

<b>Committente:</b>	Italferr S.p.A.
<b>Direttore Esecuzione Contratto:</b>	ing. Stefano Ballerini
<b>Referente di Contratto:</b>	ing. Francesco Sacchi

### Sottopasso al km 346+718



**Allegato I**  
**Documentazione fotografica**

Prott.nn.	Rev.	Indagini	Emissione	Redazione (UT)	Verifica (RLB)	Approvazione (RSQ)
C-DIA-A 5058	A	14-15/02/2022	11/04/2022	dott. ing. Angelo Pirrera	dott. ing. Nicola Gruttadauria	dott. ing. Vincenzo Arena



Foto 1 - Vista panoramica dell'opera



Foto 2 - Tipologia di muratura





Foto 3 - Estrazione microcarota C1



Foto 4 - Estrazione microcarota C2



Foto 5 - Estrazione microcarota C4



Foto 6 - Estrazione microcarota C6



Foto 7 - Estrazione microcarota C7



Foto 8 - Estrazione microcarota C8





Foto 9 - Taglio della muratura MPD1

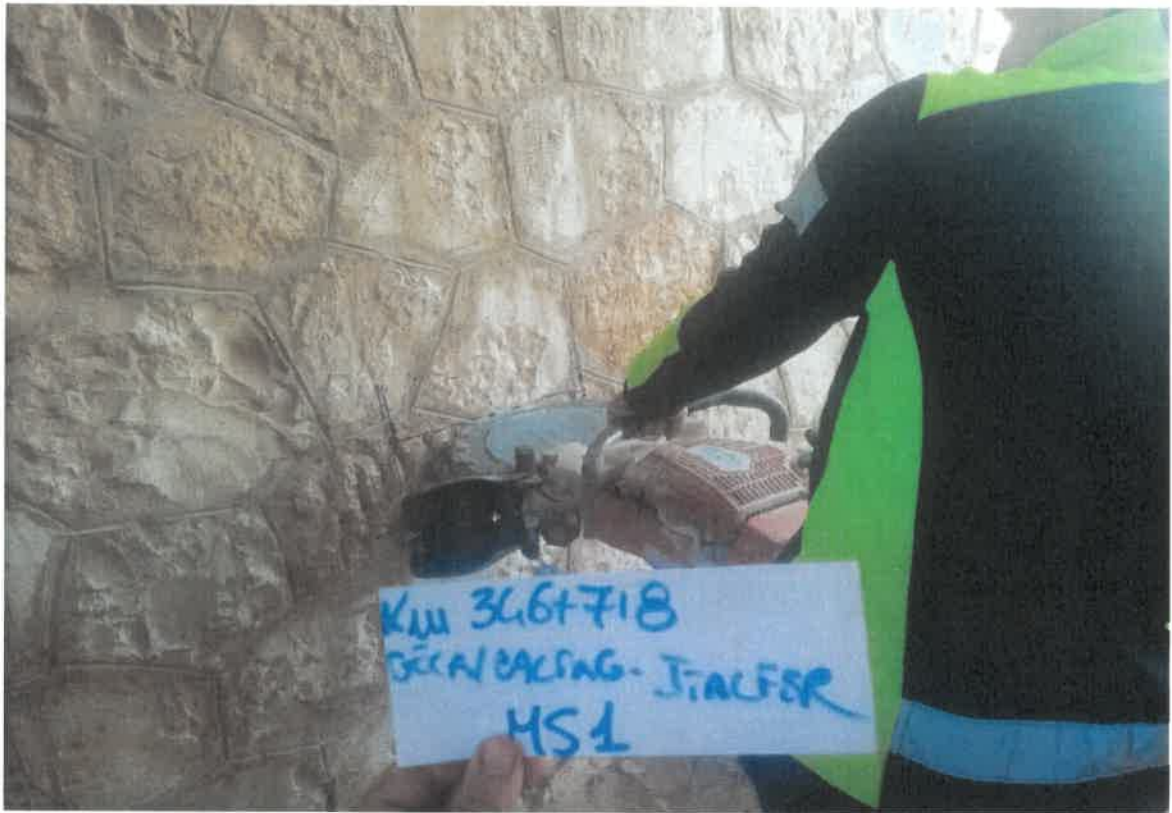


Foto 10 - Prelevio barra d'armatura Fe3

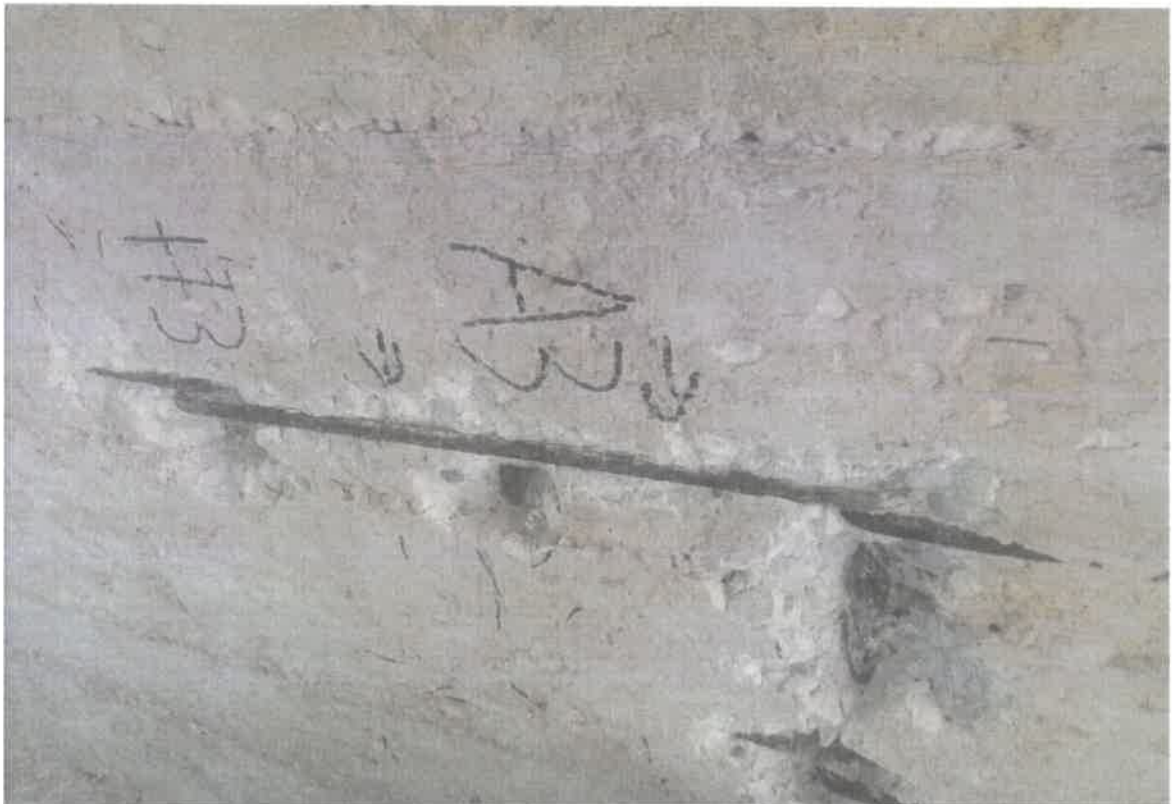




Foto 11 - Estrazione carota CC3



Foto 12 - Esecuzione PAC2



Foto 13 - Prova sclerometrica SC1

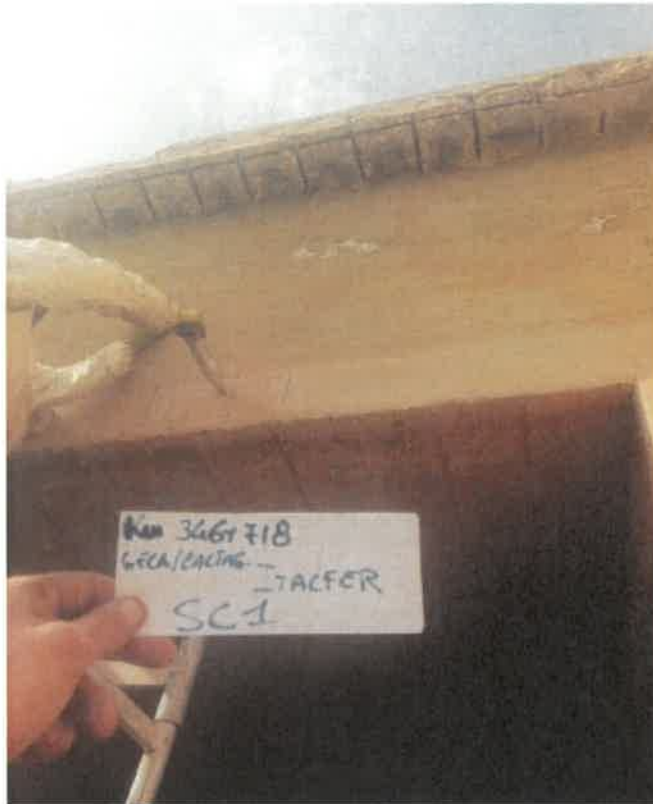


Foto 14 - Esecuzione ripristini

