

Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile
Servizio Area Reno e Po di Volano
Sede di Ferrara

**ACCORDO DI PROGRAMMA PER INTERVENTI URGENTI E PRIORITARI
PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO**
(art. 2, comma 240, della Legge 23 dicembre 2009, n. 191)

Provincia di Ferrara

Comune di Ferrara

Cod. 2ER1091 - Interventi urgenti di adeguamento e sistemazione del complesso di Valpagliaro per la regolazione dei deflussi del sistema idraulico del Po di Volano in comune di Ferrara (FE).
CUP: E64H17000100001

PROGETTO DEFINITIVO

Importo €. 1.000.000,00

Codice Rendis: 08IR244/G1

**- INDAGINI SPECIALISTICHE SULLE STRUTTURE IN C.A.
DEL PONTE 2 A VALLE DELLA CONCA DI VALPAGLIARO**

**DOC. N.
2.1**



Ferrara,

Il Responsabile del Procedimento:
Dott. Claudio Miccoli

Progettisti:

Ing. Alessandro Buzzoni

Collaboratori:

Ing. Riccardo Battaglia

Geom. Giovanni Babbi

Geom. Giorgio Bettini



Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l.

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



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID: 0536088584

Committente

REGIONE EMILIA ROMAGNA

Oggetto

INDAGINI SPECIALISTICHE SULLE STRUTTURE IN C.A. DEL PONTE A VALLE DELLA CONCA DI VALPAGLIARO



Titolo

RAPPORTO CONCLUSIVO DI INDAGINE

Emesso:

ing. Rachele Ferioli

Approvato:

LABORATORI INGEGNERIA
FERRARA S.R.L.

Partita IVA 0419040060389

ing. Sergio Tralli

Commissa	Codice - Documento	Revisione	Motivazione	Data	Nome file
1020 - 17	Doc9 - Rapporto conclusivo	01	Prima emissione	22/02/2018	comm1020-17-doc10-rev01-valpagliaro
1020 - 17	Doc9 - Rapporto conclusivo	00	Prima emissione	31/01/2018	comm1020-17-doc10-rev00-valpagliaro

INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. PIANIFICAZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE	6
2.1 Identificazione dei punti di indagine	6
3. TIPOLOGIA COSTRUTTIVA DEL MANUFATTO	8
4. RILIEVO DELLE SEZIONI RESISTENTI	11
5. PRELIEVO DI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO	16
6. PROVA DI ROTTURA PER COMPRESSIONE	17
7. MISURA DELLA PENETRAZIONE DELLA CO ₂	19
8. CONTROLLI NON DISTRUTTIVI: SCLEROMETRO	21
9. ANALISI DEI RISULTATI	23
10. RIPRISTINI DELLE STRUTTURE.....	24
11. ELENCO ALLEGATI.....	24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: inquadramento cartografico del complesso in oggetto	5
Figura 2: vista aerea con identificazione dell'edificio oggetto di indagine	5
Figura 3: simbologia utilizzata per la codifica dei punti di indagine	6
Figura 4: vista estradossale del ponte.....	8
Figura 5: vista dall'intradosso – struttura originaria	8
Figura 6: dettaglio della variazione di sezione delle travi principali in c.a.....	9
Figura 7: vista dall'intradosso – ampliamento a monte	9
Figura 8: vista dall'intradosso – ampliamento a valle	10
Figura 9: dettaglio dell'appoggio della struttura metallica.....	10
Figura 10: dettaglio del giunto tra struttura in c.a. e struttura metallica	10
Figura 11: individuazione della posizione delle armature mediante indagine pacometrica.....	11
Figura 12: individuazione della tipologia e del diametro delle armature di un traverso	11
Figura 13: asportazione elemento in laterizio a rivestimento della spalla in c.a.	12
Figura 14: esecuzione di foro per successiva indagine endoscopica.....	12
Figura 15: esecuzione di foro per successiva indagine endoscopica.....	13
Figura 16: esecuzione di un foro per la determinazione dello spessore della spalla.....	13
Figura 17: stato conservativo della soletta di una campata.....	14
Figura 18: dettaglio delle armature soggette a fenomeni di ossidazione.....	14
Figura 19: stato conservativo di una trave	14
Figura 20: armature affioranti in una porzione di soletta	15
Figura 21: dettaglio delle armature soggette a fenomeni di ossidazione - trave.....	15
Figura 22: dettaglio delle armature soggette a fenomeni di ossidazione – trave a monte.....	15
Figura 23: area in cui è stato prelevato un campione mediante carotaggio	16
Figura 24: prelievo di campione mediante carotaggio.....	16
Figura 25: risultati prove di compressione.....	17
Figura 26: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – campioni ID 1 e 2.....	17
Figura 27: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – campioni ID 3.....	18
Figura 28: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – campione ID 4	18
Figura 29: soluzione idroalcolica di fenoltaleina all'1%	19
Figura 30: risultati test colorimetrico.....	19
Figura 31: provini di calcestruzzo sottoposti a test colorimetrico - – campioni ID 1 e 2.....	20
Figura 32: provini di calcestruzzo sottoposti a test colorimetrico - – campioni ID 3.....	20
Figura 33: provini di calcestruzzo sottoposti a test colorimetrico - – campione ID 4	20
Figura 34: sclerometro tipo N	21
Figura 35: schema dello sclerometro di tipo N	21
Figura 36: esecuzione della prova mediante sclerometro tipo N.....	21
Figura 37: correlazione strumentale per sclerometro di tipo N.....	22
Figura 38: ripristino delle sezioni di calcestruzzo mediante malta GeoLite 40	24

1. Premessa

Su incarico della Committenza, **Regione Emilia Romagna**, la scrivente società ha eseguito una campagna di indagini specialistiche sulle strutture portanti del ponte a valle della conca piccola del Complesso di Valpagliaro.

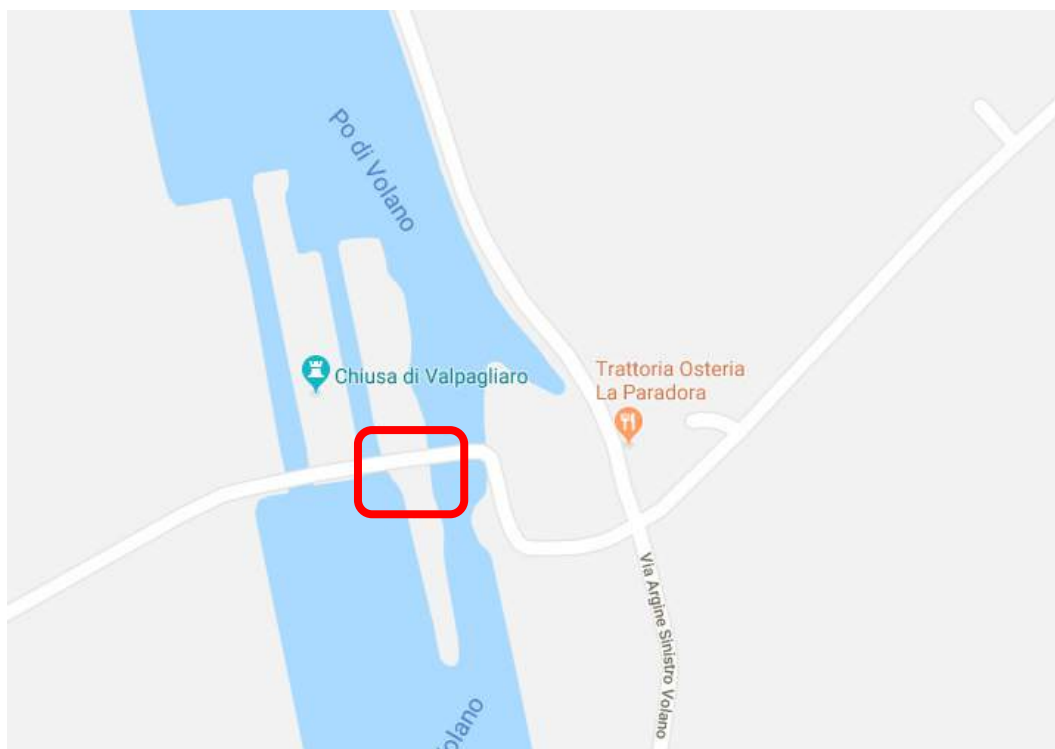


Figura 1: inquadramento cartografico del complesso in oggetto



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

2. Pianificazione campagna di indagine

La campagna di indagine, pianificata in accordo con la Committenza e con i progettisti incaricati delle verifiche, ha previsto sia attività da eseguire in situ sia attività di laboratorio.

Obiettivo della campagna di indagine è l'approfondimento del livello di conoscenza al fine di fornire ai progettisti gli elementi necessari all'esecuzione delle verifiche. E' necessario pertanto procedere indagando sia la qualità dei materiali definendo dei parametri meccanici, sia la tipologia degli elementi strutturali definendo le geometrie di cassero e la disposizione dei ferri di armatura.

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

2.1 Identificazione dei punti di indagine

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

LEGENDA:	
00	indagini su acciaio
00	indagini su trave
00	indagini su soletta

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

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

- Elemento indagato
- Tipologie di indagini eseguite

CODICE	ELEMENTO	ATTIVITA' ESEGUITE
1	Trave	Prelievo di campione – sezione resistente - prove non distruttive
2	Traverso	Prelievo di campione – sezione resistente - prove non distruttive
3	Trave	Prelievo di campione – sezione resistente - prove non distruttive
4	Trave	Prelievo di campione – sezione resistente - prove non distruttive
5	Soletta	Prelievo di campione – sezione resistente - prove non distruttive
6	Trave	Sezione resistente - Prove non distruttive
7	Trave	Prove non distruttive
8	Trave	Prove non distruttive
9	Trave di bordo	Prove non distruttive
10	Trave	Prove non distruttive
11	Trave	Sezione

Nel complesso sono stati eseguiti:

- n. 4 prelievi di campioni di calcestruzzo travi in c.a.
- n. 10 prove di tipo non distruttivo
- n. 5 rilievi di sezioni resistenti comprensivi di localizzazione delle barre d'armatura

3. Tipologia costruttiva del manufatto

Il ponte a valle della Conca piccola del complesso di Valpigliaro risulta realizzato in due momenti differenti.



Figura 4: vista estradossale del ponte

In una prima fase è stato costruito un ponte in c.a. costituito da tre travi a sezione variabile; successivamente il manufatto è stato ampliato, sia a monte sia a valle, con una struttura in acciaio.



Figura 5: vista dall'intradosso – struttura originaria



Figura 6: dettaglio della variazione di sezione delle travi principali in c.a.

La larghezza complessiva dell'ampliamento a valle è pari circa a 180 cm, mentre quello a monte pari a circa 165 cm.



Figura 7: vista dall'intradosso – ampliamento a monte



Figura 8: vista dall'intradosso – ampliamento a valle



Figura 9: dettaglio dell'appoggio della struttura metallica



Figura 10: dettaglio del giunto tra struttura in c.a. e struttura metallica

4. Rilievo delle sezioni resistenti

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

Questa metodologia ha permesso di:

- effettuare localmente una misura diretta del diametro e della tipologia delle barre di armatura presenti
- eseguire un controllo visivo dello stato di ossidazione delle barre d'armatura
- coadiuvare l'interpretazione delle informazioni ricavate con il pacometro



Figura 11: individuazione della posizione delle armature mediante indagine pacometrica



Figura 12: individuazione della tipologia e del diametro delle armature di un traverso

Gli elaborati grafici contenuti in *Allegato 2* riportano la restituzione delle informazioni rilevate. La restituzione

in forma grafica è da intendersi rappresentativa di quanto effettivamente rilevato in sito, pertanto elementi geometrici non quotati hanno funzione puramente rappresentativa delle geometrie ipotizzate sulla base di schemi costruttivi tipologici.

Per individuare la tipologia costruttiva della spalla è stata eseguita un'indagine endoscopica: è stato asportato un elemento di laterizio in prossimità dell'appoggio di una trave in c.a. e si è poi proceduto all'esecuzione dell'endoscopia mediante la quale è stato possibile rilevarlo spessore della spalla, ovvero 300 mm.



Figura 13: asportazione elemento in laterizio a rivestimento della spalla in c.a.



Figura 14: esecuzione di foro per successiva indagine endoscopica



Figura 15: esecuzione di foro per successiva indagine endoscopica



Figura 16: esecuzione di un foro per la determinazione dello spessore della spalla

Le strutture portanti appaiono non ben conservate, infatti molte aree presentano fenomeni di spalling che ha causato l'esposizione delle armature all'aria e agli agenti atmosferici. Questa fenomenologia ha fatto sì che le armature presentino un avanzato stato di ossidazione.



Figura 17: stato conservativo della soletta di una campata



Figura 18: dettaglio delle armature soggette a fenomeni di ossidazione



Figura 19: stato conservativo di una trave



Figura 20: armature affioranti in una porzione di soletta



Figura 21: dettaglio delle armature soggette a fenomeni di ossidazione - trave



Figura 22: dettaglio delle armature soggette a fenomeni di ossidazione – trave a monte

5. Prelievo di campioni di calcestruzzo

Per la determinazione dei parametri meccanici del calcestruzzo sono stati prelevati 4 campioni mediante carotaggio a umido. Nello specifico il prelievo è stato eseguito su 4 travi dell'impalcato.

Per evitare di eseguire il carotaggio nelle aree interessate dal passaggio delle armature è stata eseguita una preliminare indagine pacometrica, che ha permesso di procedere mediante tecnica non invasiva alla tracciatura della posizione dei ferri sulla superficie stessa dell'elemento indagato.



Figura 23: area in cui è stato prelevato un campione mediante carotaggio



Figura 24: prelievo di campione mediante carotaggio

Tutti i campioni di calcestruzzo prelevati dalle strutture del cantiere in oggetto, sono stati immediatamente siglati e portati in laboratorio. Espletate le procedure di accettazione, sono stati sottoposti ad un'accurata preparazione per la successiva esecuzione delle prove concordate con la Committenza, secondo gli standard previsti dalla normativa vigente.

Il campione ID 3 è stato prelevato da una trave confinante con l'ampliamento dell'impalcato e quindi è costituito da due getti differenti: uno quello relativo alla realizzazione della struttura e uno relativo al riempimento della soletta in fase di ampliamento.

6. Prova di rottura per compressione

Dai campioni prelevati in situ, sono stati ricavati 9 provini di forma cilindrica. La preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione è avvenuta secondo la procedura standard definita dalla norma UNI EN 12390-1, che prevede taglio e rettifica a umido. Le dimensioni dei provini preparati rispettano il requisito richiesto $H/D = 1$.

Successivamente, i provini sono stati pesati e poi sottoposti a prova di rottura per compressione. La prova si effettua in accordo alla norma UNI EN 12390-3 utilizzando una pressa da 3000kN conforme alla UNI EN 12390-4.

No.	Sigla campione	Descrizione	Data prelievo	Dimensioni			Massa volumica	Carico di rottura	Resistenza unitaria f_{cd}	Tipo di rottura
				ϕ	h	λ				
				[mm]		[-]				
1	ID 01 A	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2281	200,1	28,5	C
2	ID 01 B	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2283	196,4	28,0	C
3	ID 02 A	traverso	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2250	268,3	38,3	C
4	ID 02 B	traverso	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2230	228,8	32,6	C
5	ID 03 A	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2257	160,3	22,9	C
6	ID 03 B	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2260	188,8	26,9	C
7	ID 03 C	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2305	288,7	41,2	C
8	ID 04 A	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2274	185,7	26,6	C
9	ID 04 B	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2262	175,0	25,1	C
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Figura 25: risultati prove di compressione



Figura 26: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – campioni ID 1 e 2



Figura 27: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – campioni ID 3



Figura 28: preparazione dei provini da sottoporre a prova di rottura per compressione – campione ID 4

Le analisi dei risultati riportate di seguito escludono il campione 3C in quanto appartenente ad un getto differente rispetto agli altri campioni prelevati.

Si definisce $f_{c\lambda}$ la resistenza a compressione del provino con rapporto di snellezza $\lambda = L/D$

Si definisce $R_{c1} = (f_{c\lambda} \times 2.5) / (1.5 + 1/\lambda)$ la resistenza a compressione del corrispondente cilindro di snellezza $\lambda = 1$ assimilabile alla resistenza cubica.

Dalle prove eseguite, il calcestruzzo prelevato dalle strutture dell'opera in oggetto esplica un valore medio della resistenza cubica a compressione pari a $R_{c1m} = 28.7 \text{ MPa}$

La massa volumica dei provini testati, determinata in accordo alla norma UNI EN 12390-7, risulta assai omogenea e si attesta nell'intorno del valore medio pari a $m_v = 2262 \text{ kg/m}^3$.

7. Misura della penetrazione della CO₂

I campioni di calcestruzzo sono stati sottoposti a prova colorimetrica, mediante soluzione idroalcolica di fenolftaleina all'1%, per la determinazione della profondità di penetrazione della CO₂ secondo la procedura indicata dalla norma UNI 9944.



Figura 29: soluzione idroalcolica di fenolftaleina all'1%

No.	Sigla campione	Descrizione	Data prelievo	Dimensioni			Massa volumica [kg/m ³]	Carico di rottura [kN]	Carbonatazione mm
				Ø	h	λ			
				[mm]		[°]			
1	ID 01 A	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2281	200,1	68
2	ID 01 B	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2283	196,4	—
3	ID 02 A	traverso	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2250	268,3	57
4	ID 02 B	traverso	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2230	228,8	—
5	ID 03 A	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2257	160,3	76
6	ID 03 B	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2260	188,8	—
7	ID 03 C	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2305	288,7	—
8	ID 04 A	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2274	186,7	65
9	ID 04 B	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2262	176,0	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Figura 30: risultati test colorimetrico



Figura 31: provini di calcestruzzo sottoposti a test colorimetrico -- campioni ID 1 e 2



Figura 32: provini di calcestruzzo sottoposti a test colorimetrico -- campioni ID 3



Figura 33: provini di calcestruzzo sottoposti a test colorimetrico -- campione ID 4

Il fronte di carbonatazione è risultato compreso in un intervallo che va dal valore minimo pari a 57 mm e massimo pari a 76 mm.

Dal confronto tra il profilo di penetrazione della CO_2 , misurato con test colorimetrico, e i ricoprimenti rilevati in situ, si può concludere che le barre di armatura sono soggette a fenomeni di ossidazione.

8. Controlli non distruttivi: sclerometro

Le indagini sul calcestruzzo sono state dunque estese ad altri elementi della struttura con prove di tipo non distruttivo (PND). Le indagini sclerometriche sulle strutture in c.c.a., sono state condotte secondo i principi e le metodologie indicate dalla norma UNI EN 12504-2 con sclerometro tipo N.



Figura 34: sclerometro tipo N

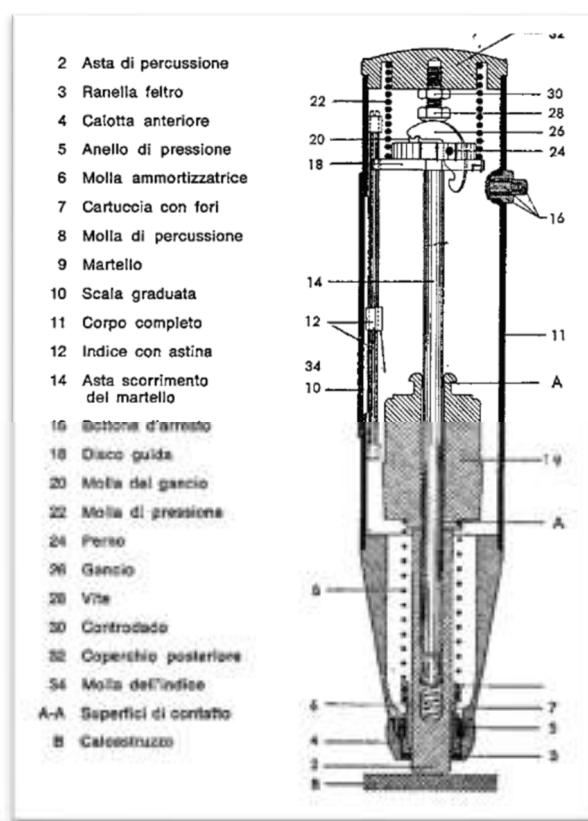


Figura 35: schema dello sclerometro di tipo N



Figura 36: esecuzione della prova mediante sclerometro tipo N

PROVE NON DISTRUTTIVE SU CALCESTRUZZO UNI EN 12504

codice PND	codice PD	SCLEROMETRO											
		SCLEROMETRO SCHMIDT - N											
		Direzione	valori misurati in sito corretti in funzione della giacitura dello strumento										Is mediano
		angolo (°)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	TRAVE	0	38	34	36	28	29	36	38	41	36	36	36,0
2	TRAVERSO	0	39	41	40	44	40	40	38	37	39	40	40,0
3	TRAVE	0	38	40	35	36	33	38	39	37	38	38	38,0
4	TRAVE	0	38	34	37	40	38	35	34	36	40	40	37,5
5 (*)	SOLETTA	0	50	54	52	50	52	50	50	52	52	50	51,0
6	TRAVE	0	38	36	38	40	40	38	36	38	42	38	38,0
7	TRAVE	0	40	44	46	40	36	32	32	34	36	36	36,0
8	TRAVE	0	38	36	38	40	38	40	36	36	42	38	38,0
9	TRAVE DI BORDO	0	36	38	42	40	36	36	40	40	38	38	38,0
10	TRAVE	0	36	38	40	40	38	36	32	38	40	38	38,0
(*) VALORE OTTENUTO DA INDAGINE SCLEROMETRICA SU AREA RIPARATA CON BETONCINO													

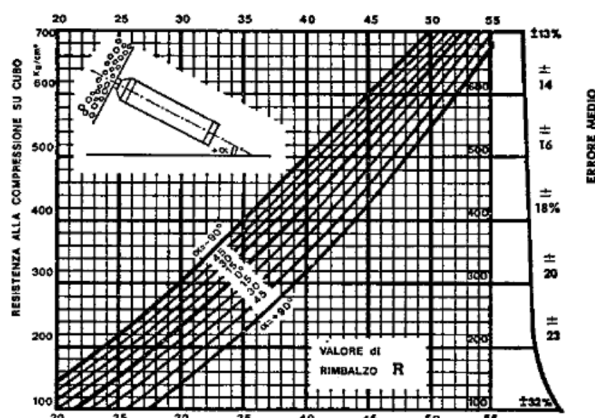


Figura 37: correlazione strumentale per sclerometro di tipo N

Dalla trattazione verrà escluso il valore derivante dall'indagine sclerometrica eseguita sulla soletta (ID 5) in quanto questo elemento era stato precedentemente riparato con betoncino e ha fornito valori non in linea con quelli ottenuti dalle altre indagini.

Escludendo dalle restanti indagini il valore massimo ed il valore minimo, le indagini eseguite hanno evidenziato mediamente un indice sclerometrico medio pari a $I_s = 37.6$ e una buona omogeneità dei getti indagati.

Applicando la correlazione strumentale (Schmidt, 1951) è possibile fornire una stima della resistenza del calcestruzzo $R_c = 30.7 \text{ MPa}$ ottenuta da sole indagini di tipo non distruttivo eseguite con sclerometro, senza considerare le risultanze ottenute dalle prove di schiacciamento.

9. Analisi dei risultati

Dalle prove meccaniche eseguite, il calcestruzzo prelevato dalle strutture dell'opera in oggetto esplica un valore medio della resistenza cubica a compressione pari a $R_{c1m} = 28.6 \text{ MPa}$

La massa volumica dei provini testati, determinata in accordo alla norma UNI EN 12390-7, risulta assai omogenea e si attesta nell'intorno del valore medio pari a $m_v = 2262 \text{ kg/m}^3$.

I controlli sclerometrici hanno evidenziato una discreta omogeneità dei getti indagati, permettendo quindi di estendere i valori ottenuti dallo schiacciamento delle carote a tutta la struttura.

L'utilizzo della tecnica di indagine sclerometrica ha permesso di raggiungere una stima della resistenza a compressione del calcestruzzo anche laddove non siano state prelevate carote.

La curva di correlazione è stata calibrata "ad hoc" per il calcestruzzo oggetto di indagine.

La curva calibrata permette di ottenere una stima conclusiva della resistenza a compressione del calcestruzzo costituente gli elementi strutturali indagati mediante indagini non distruttive, avvalorate dai risultati delle prove di schiacciamento.

Stima conclusiva della resistenza del calcestruzzo in opera					
codice PND	codice PD	SCLEROMETRO		Resistenza CAROTA cubica	Rc STIMATA cubica
		SCLEROMETRO			
		Direzione angolo (°)	Is mediano	[MPa]	[MPa]
1	TRAVE	0	36,0	28,3	--
2	TRAVERSO	0	40,0	35,5	--
3	TRAVE	0	38,0	24,9	--
4	TRAVE	0	37,5	25,9	--
6	TRAVE	0	38,0	--	28,7
7	TRAVE	0	36,0	--	27,5
8	TRAVE	0	38,0	--	28,7
9	TRAVE DI BORDO	0	38,0	--	28,7
10	TRAVE	0	38,0	--	28,7

A conclusione della campagna di indagine sui materiali, si può concludere che una buona stima della resistenza a compressione del calcestruzzo che costituisce gli elementi indagati è data dalla media aritmetica dei valori riportati in tabella. Escludendo dalla media aritmetica il valore minimo ed il valore massimo, si ottiene dunque $R_{cm} = 28.0 \text{ MPa}$

10. Ripristini delle strutture

Le strutture interessate dalle indagini invasive (piccoli saggi visivi per il rilievo dei diametri delle barre d'armatura, prelievo di carote di calcestruzzo, ecc.) sono state ripristinate mediante geomalta **Kerakoll GeoLite 40** (scheda tecnica inserita nell'*Allegato 1* del presente documento).



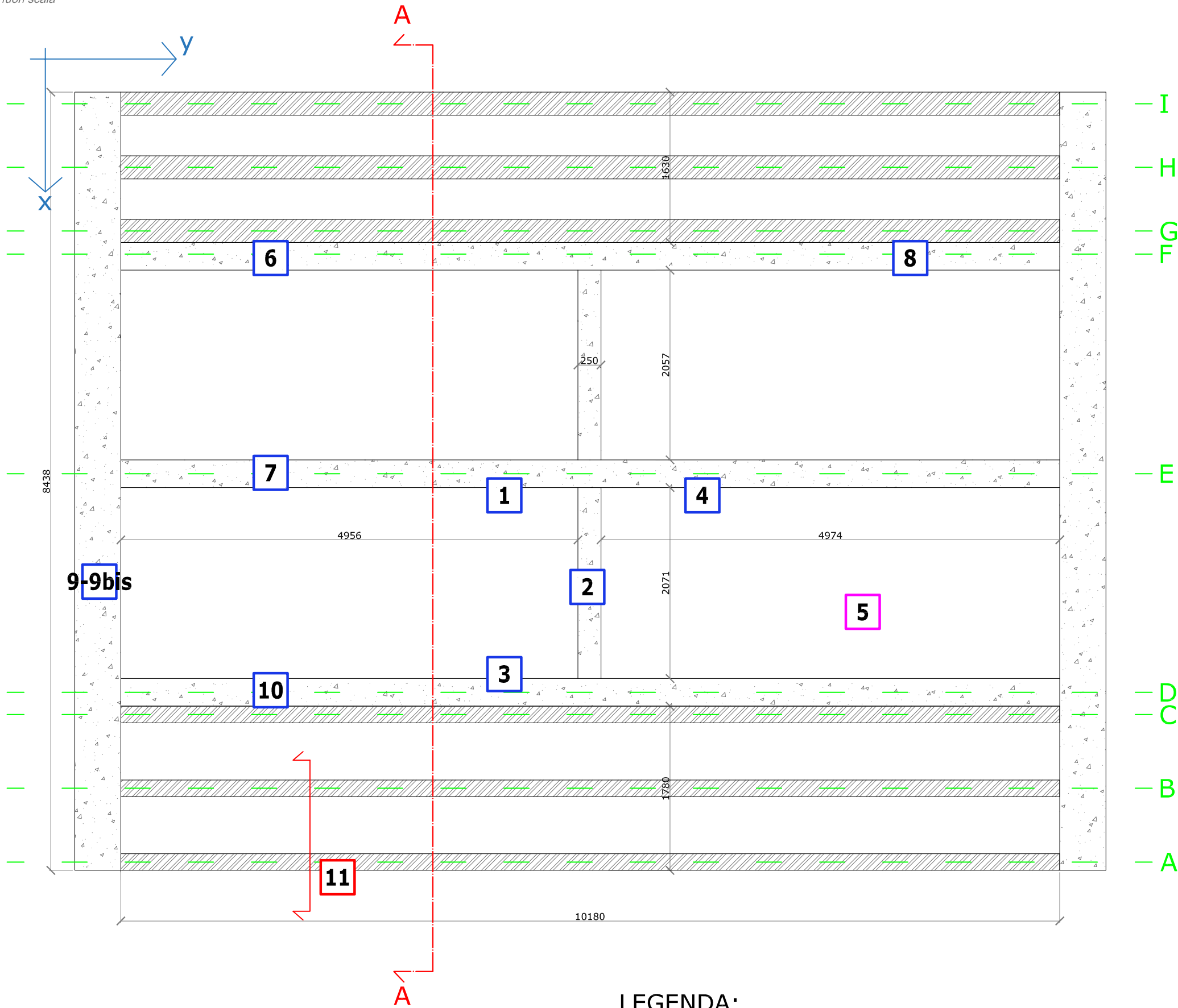
Figura 38: ripristino delle sezioni di calcestruzzo mediante malta GeoLite 40

11. Elenco allegati

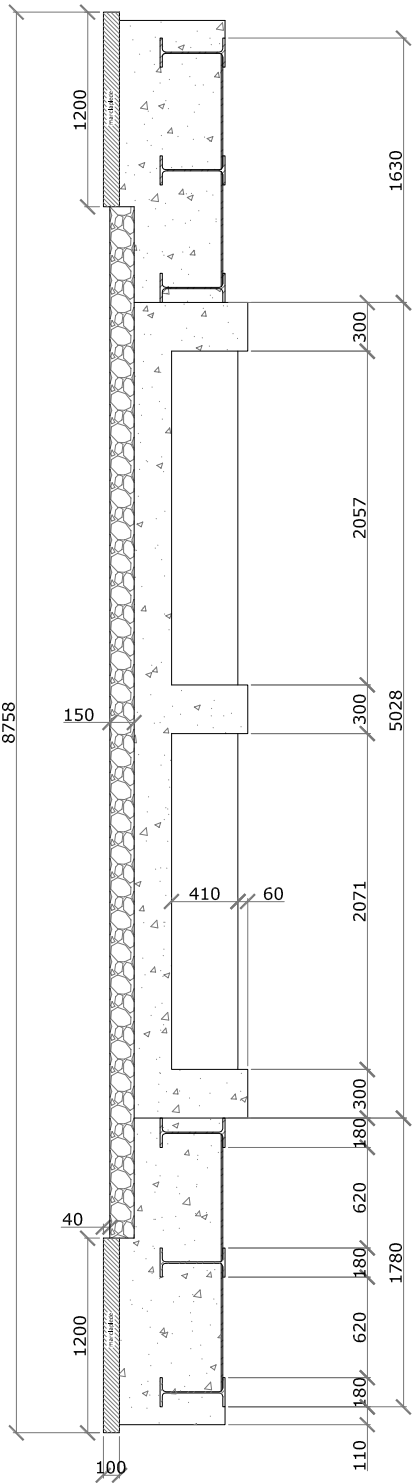
Allegato 1	Elaborati grafici: localizzazione e codifica indagini
Allegato 2	Elaborati grafici: rilievo delle sezioni resistenti
Allegato 3	Rapporti di prova
Allegato 4	Schede tecniche strumentazione

ALLEGATO 1

Elaborati grafici: localizzazione e codifica indagini



Sezione A-A

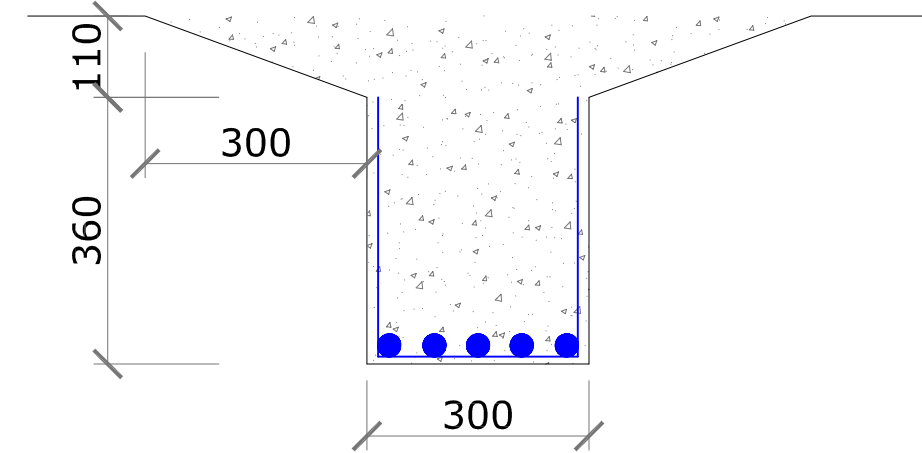


LEGENDA:

00 indagini su acciaio 00 indagini su trave 00 indagini su soletta

ALLEGATO 2

Elaborati grafici: rilievo delle sezioni resistenti



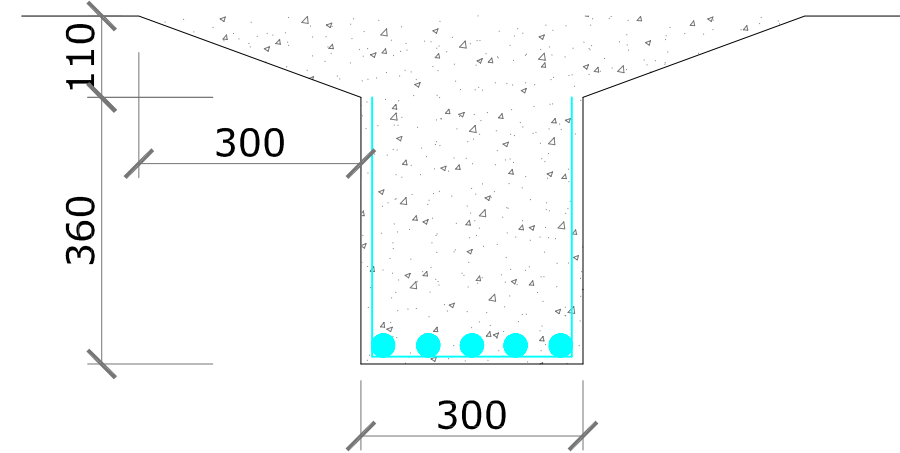
ID 1

TRAVE IN C.A.
ALLINEAMENTO E
SEZIONE DI MEZZERIA

verifica visiva
indagine sclerometrica

ARMATURA LONGITUDINALE
5Ø30 t.l.
ricoprimento 20 mm

ARMATURA TRAVERSALE
staffe Ø12 t.l.
passo 180 - 200 mm
ricoprimento 10 - 15 mm



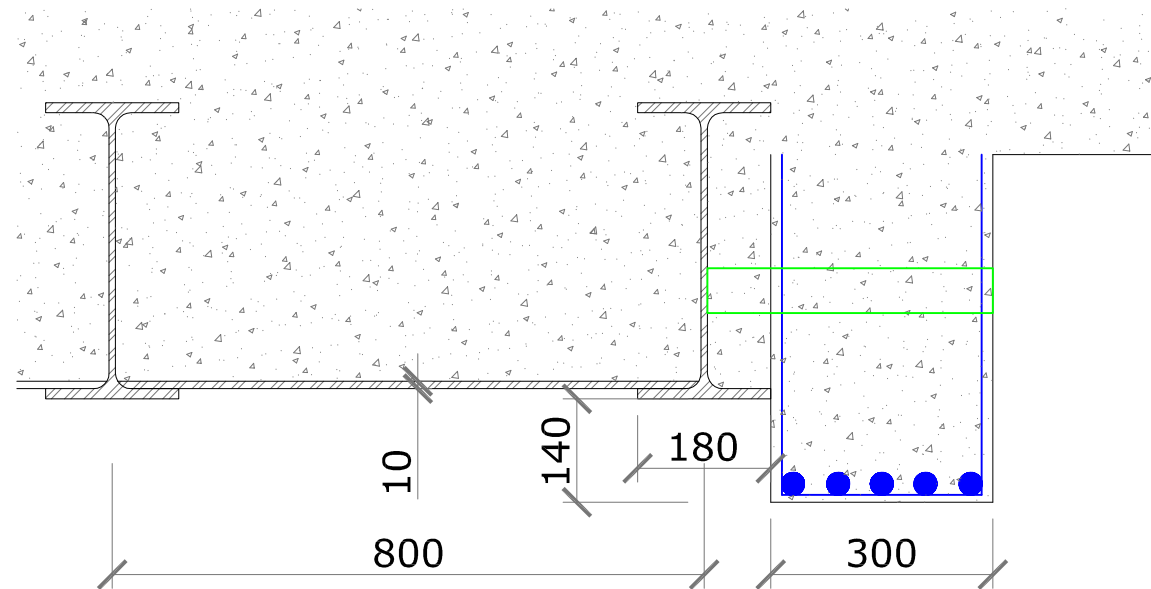
ID 4

TRAVE IN C.A.
ALLINEAMENTO E
SEZIONE DI MEZZERIA

verifica pacometrica
indagine sclerometrica

ARMATURA LONGITUDINALE
5 armature inferiori
ricoprimento n.r.

ARMATURA TRAVERSALE
staffe n.r.
passo 180 - 200 mm
ricoprimento n.r. mm



ID 3

TRAVE IN C.A.
ALLINEAMENTO D
SEZIONE DI MEZZERIA

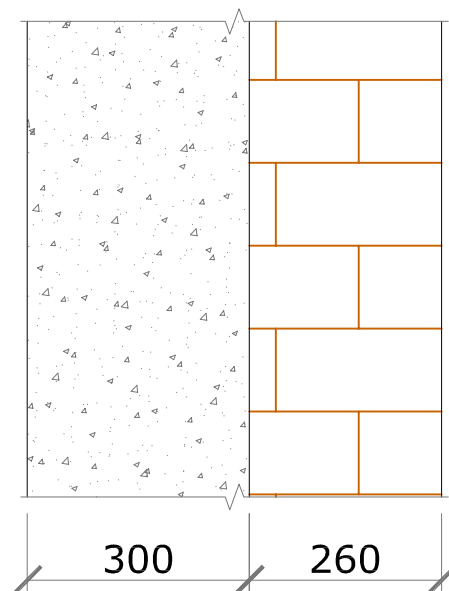
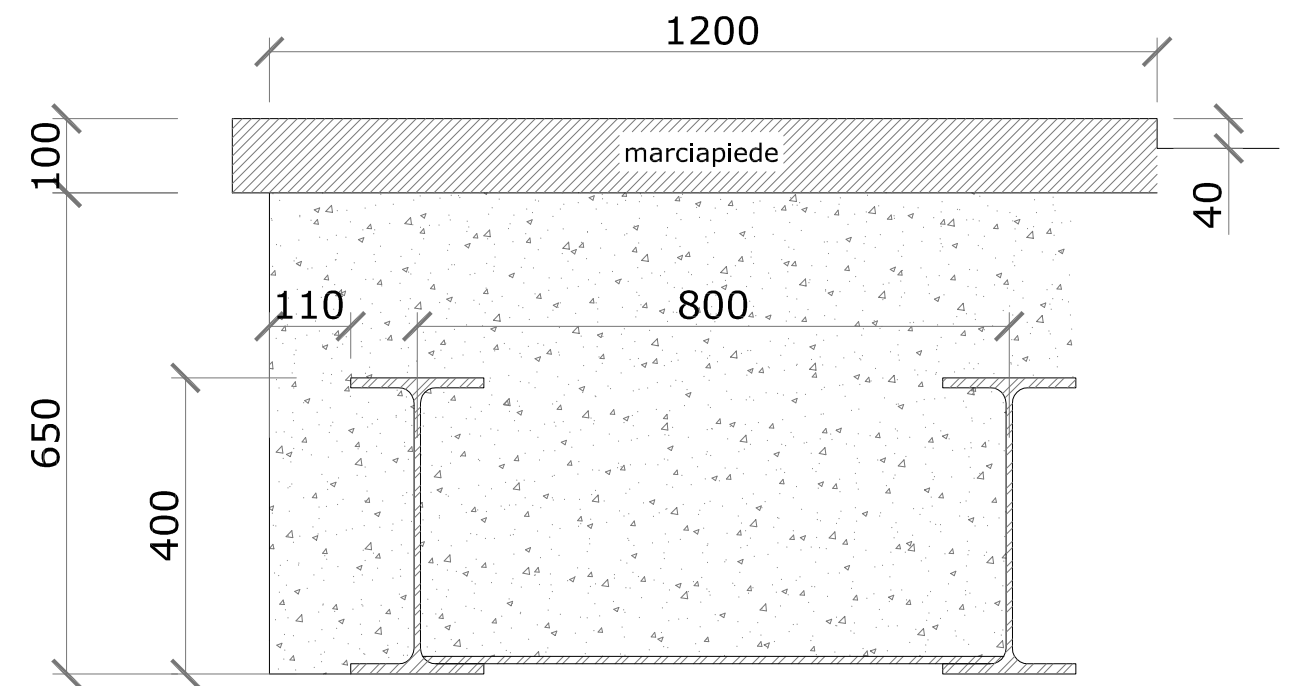
verifica visiva
indagine sclerometrica

ARMATURA LONGITUDINALE
5Ø30 t.l.
ricoprimento 0 - 10 mm

ARMATURA TRAVERSALE
staffe Ø12 t.l.
passo 200 mm
ricoprimento 0 mm

ID 11

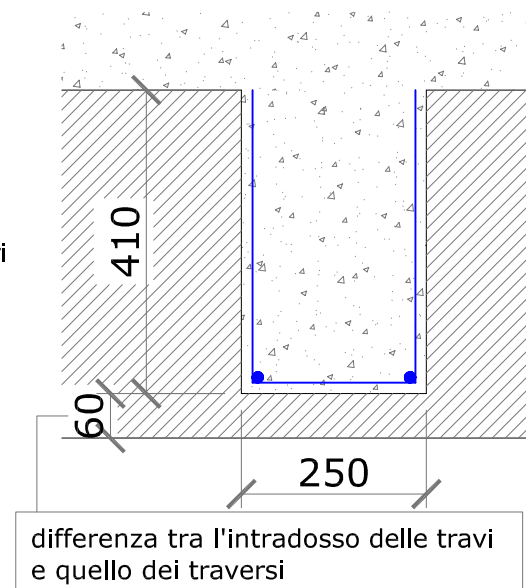
SEZIONE AMPLIAMENTO IMPALCATO



ID 9 - 9bis

SPALLA

La spalla è realizzata con un muro in c.a. di spessore pari a 300 mm, rivestito da laterizi per uno spessore pari a 260 mm.



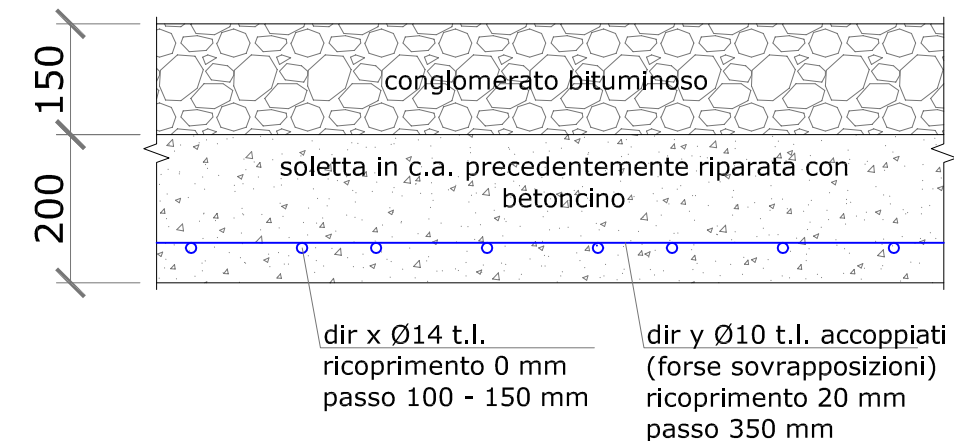
ID 2

TRAVERSO IN C.A.
TRA ALLINEAMENTI D ed E
SEZIONE DI MEZZERIA

verifica visiva
indagine sclerometrica

ARMATURA LONGITUDINALE
5Ø14 t.l.
ricoprimento 20 mm

ARMATURA TRAVERSALE
staffe %%10 t.l.
passo 160 - 180 mm
ricoprimento 0 -5 mm



ID 5

SOLETTA IN C.A.

LEGENDA: PRELIEVO DI CAROTA RILIEVO VISIVO ● RILIEVO PACHOMETRICO ●

ALLEGATO 3

Rapporti di prova

Resistenza a compressione di provini cilindrici in calcestruzzo UNI EN 12390-3
RAPPORTO DI PROVA n° 0223/2017 Rev.00 del 30/01/2018

Committente: Regione Emilia Romagna
Indirizzo: Viale Cavour 77 - 44121 Ferrara
Cantiere: Complesso di Valpagliaro
Opera: Ponte a valle della conca piccola
Proprietà: Regione Emilia Romagna
Impresa: --
Attrezzature: Pressa automatica da 3000kN (cod.102) - Vasca di maturazione (cod.200) - Bilancia(cod.099) - Calibro centesimale digitale(cod.103)
Prelievo: 12/01/2018
Commessa: 1020/17
Direttore dei Lavori: Ing. Alessandro Galeotti

Data prove: 18/01/2018

No.	Sigla campione	Descrizione	Data prelievo	Dimensioni			Massa volumica	Carico di rottura	Resistenza unitaria f_{cd}	Tipo di rottura
				ϕ	h	λ				
				[mm]	[mm]	[-]				
1	ID 01 A	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2281	200,1	28,5	C
2	ID 01 B	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2283	196,4	28,0	C
3	ID 02 A	traverso	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2250	268,3	38,3	C
4	ID 02 B	traverso	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2230	228,8	32,6	C
5	ID 03 A	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2257	160,3	22,9	C
6	ID 03 B	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2260	188,8	26,9	C
7	ID 03 C	trave c.a. filo D	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2305	288,7	41,2	C
8	ID 04 A	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2274	186,7	26,6	C
9	ID 04 B	trave c.a. filo E	12/01/18	94,5	95,0	1,01	2262	176,0	25,1	C
10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CAMPIONAMENTO: a cura dei tecnici del laboratorio Life Srl

RETTIFICA ESEGUITA SUI CAMPIONI N°: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9

I campioni non rettificati sono risultati conformi alla planarità prevista dalla normativa di riferimento.

Le tolleranze dimensionali sono indicate nella UNI EN 12390-1 richiamata nel D.M. 14/01/2008.

 λ : snellezza del provino = h/ϕ
 f_{cd} : resistenza a compressione del provino con snellezza pari a λ
TIPO DI ROTTURA: C = conforme; NC = non conforme

N.B.: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

 Lo sperimentatore
 Massimiliano Fabbri

 Il direttore del laboratorio
 Ing. Roberto Lovisero

ALLEGATO 4

Schede tecniche strumentazione



Caratteristiche

Il modello Sclerometro Meccanico Ectha 1000 è realizzato con i migliori materiali meccanici oggi presenti nel mercato. Esperienza di oltre 30 anni, controlli qualitativi rigorosi in fase di lavorazione e di collaudo, continua ricerca e sviluppo rendono oggi lo strumento Sclerometro modello Ectha 1000 il più affidabile nel mercato mondiale. Il modello Sclerometro Meccanico Ectha 1000 viene fornito con impugnatura in plastica gommata che ne facilita la maneggevolezza in cantiere e lo protegge da possibili urti accidentali.

Campo di Applicazione

Il campo di applicazione del metodo Sclerometrico è rivolto soprattutto alla valutazione delle seguenti proprietà:

- Controllo della uniformità del calcestruzzo nelle diverse parti della struttura.
- Stima delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo attraverso utilizzo delle curve di correlazione.
- Valutazione delle variazioni delle proprietà del calcestruzzo nel tempo.
- In fase di collaudo per la verifica delle caratteristiche del calcestruzzo in corso d'opera.

Le applicazioni sopra indicate possono essere quindi riassunte affermando che le prove sclerometriche sono da utilizzare per stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo in strutture già realizzate.

Standards

- Standard ISO/DIS 8045
- EN 12 504-2
- EN 206
- DIN 1048 parte 2
- BS 1881 parte 202
- ASTM C 805 ASTM D 5873 (Roccia)
- NFP 18-417
- B 15-225
- JGI/T 23-2001
- JIG 817-1993



Specifiche Tecniche

Meccaniche

- Corpo Esterno : Alluminio Lega 6060 - 11S
- Trattamento: Satinatura Chimica OX
- Massa interna: Acciaio al carbonio
- Trattamento: Carbo Nitrurazione Chimica NIT-OX
- Organi di scorrimento: Acciaio INOX 303
- Impugnatura: Plastica Nylon Caricato
- Trattamento : Verniciatura Soft

Fisiche

- Dimensioni : 30 x 7 x 7 cm
- Peso: 1.1 Kg
- Imballo : 40 x 30 x 15

Prestazioni

- Range Misura: 5-120 Nmm²
- Energia Impatto : 2,207 Nm
- Limite utilizzo: Spessori maggiori 120mm

Localizzatore di Armature DR 3000 RL

DESCRIZIONE

Lo strumento magnetometrico localizza le barre di armatura, stima la loro dimensione e misura lo spessore di copriferro (spessore di calcestruzzo posizionato tra la barra di armatura e la superficie esterna).

Lo strumento pacometro DR-3000 è robusto, maneggevole e compatto. Fornito di una custodia rigida per il trasporto ed una tracolla, può essere utilizzato in cantiere facilmente. Lo strumento sfrutta il principio delle correnti indotte; tale caratteristica evita di essere soggetti a influenze esterne e disturbi.

Il KIT DR-3000 può essere fornito in due differenti versioni; il modello base DR3000 completo di unità di acquisizione principale, sonda universale (S3_RL) completa di cavo di connessione, software di analisi e reportistica.

Nella versione DR3000 Plus è compresa una sonda di scansione (PS_RL) che permette di misurare gli spostamenti della sonda e registrare i segnali rilevati lungo il percorso. Tutte le informazioni vengono registrate nell'unità di acquisizione DR3000 e visualizzate successivamente nel software DR3000-W.



CARATTERISTICHE

Il DR3000 si compone di una unità di acquisizione contenuta in un guscio in plastica resistente agli urti e con grado di protezione per ambienti esterni. Lo strumento ha un display LCD grafico da 128x80 pixel, retroilluminato. Connettori per collegamento sonda di analisi e sonda di scansione.

Possibilità di registrazione di oltre 10.000 valori suddivisi per siti di lavoro.

Interfaccia USB per trasferimento dati al PC in maniera facile e veloce.

Alimentazione mediante batterie LR6-1.5V che consentono una autonomia garantita di 40 ore.

Temperatura operativa compresa tra i -10°C ed i 60°C. Tutte le versioni del sistema DR3000 comprendono il software di acquisizione ed analisi DR3000-W.

SOFTWARE

Il pacometro DR3000 comprende il software di analisi DR3000 W per analisi dei dati acquisiti in sito e redazione del rapporto di prova. E' possibile esportare i dati in file Word and Excel.



CAMPO DI APPLICAZIONE

Lo strumento DR-3000 rientra tra le categorie degli strumenti utilizzati per le indagini Magnetometriche.

L'indagine pacometrica e magnetometrica deve essere sempre eseguita prima di ogni indagine Non distruttiva e Semi distruttiva da eseguirsi in strutture realizzate in calcestruzzo armato.

Individuazione e localizzazione delle barre di armatura, stima della dimensione dell'elemento metallico, stima dello spessore di calcestruzzo a copertura delle barre (copriferro). Analisi strutturali di edifici. Analisi della carpenteria metallica come indicato nei livelli di conoscenza LC1-2-3. Analisi sugli spessori di calcestruzzo minimo per la certificazione REI antincendio.

STANDARD

Lo strumento DR-3000 RL è conforme alla norma EN1581-104.

Specifiche Tecniche Localizzatore di Armature DR 3000 RL

Mechanics

- LCD display 128x80 grafico
- Sonda standard di analisi a correnti indotte
- Sonda Scansione con encoder di misura millimetrica
- Cavi in materiale silicico connettori LEMO
- Custodia trasporto in alluminio

Physical

- Dimensioni : 20 x 20 x 130 mm
- Peso: 0,9 Kg
- Imballo : 40 x 35 x 16
- Dimensioni sonda: 110x55x28
- Dimensioni scansione: 137x75x55

Performance

- Dimensione barra: 6-30mm
- Accuratezza diametro: 2mm a 80mm - 3mm da 80 a 120mm - 4mm da 120 a 190mm
- Accuratezza posizione: 3mm
- Autonomia: 12 ore continue
- Funzione Griglia
- Funzione Sezione - scansione
- Funzione Ricerca Diametro
- Software di analisi e registrazione sul PC DR3000-W

Pacometro DR 3000 RL - Accessori

- *Unità di lettura ed acquisizione DR3000
- *Sonda standard S3_RL
- *Sonda Scansione S3_RL
- *Cavi connettore
- *Tracolla trasporto
- *Software Reportistica DR3000-W
- *Custodia trasporto rigida



Elcometer 331² Model SH Concrete Covermeters



Elcometer 331² Covermeter with Half-Cell

At a glance:

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

Holds up to 10,000 readings.

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

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

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

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

Can be used in accordance with:	
ACI 318	CGZP-B3
ASTM C876	DIN 1045
BS 1881:201	EC 2
BS 1881:204	SIA 162
BS 5110	SIS 2006
CP 110	TR60
CGZP-B2	UNI10174

Concrete Covermeters

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

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

Elcometer have six covermeters in their range. The Elcometer 331² H & HM are Half-Cell only instruments, the Elcometer 331² Model B is a Covermeter only and the Elcometer 331² Models BH, SH and TH incorporate the Half-Cell technology required to assess potential corrosion of rebar. Finally, the THD model can accurately locate stainless steel rebar.

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

ELCOMETER 331⁺ RANGE FEATURES

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

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

* Linear batch mode: up to 200 batches of 1,000 readings. Grid batch mode: up to 1,000 batches, maximum number of readings 240,000

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



Standard Search Head

Designed to meet most of your measurement requirements.

Cover range: 40mm / 1.6" bar 15mm to 95mm / 0.6" to 3.75"
8mm / 0.3" bar 8mm to 70mm / 0.3" to 2.75"

Dimensions: 155 x 88 x 42mm / 6.1 x 3.5 x 1.65"

Sensing area: 120 x 60mm / 4.72 x 2.36"

Part number: **TW33119134-1A**



Narrow Pitch Search Head

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

Cover Range: 40mm / 1.6" bar 8mm to 80mm / 0.3" to 3.1"
8mm / 0.3" bar 5mm to 60mm / 0.2" to 2.4"

Dimensions: 155 x 88 x 42mm / 6.1 x 3.5 x 1.65"

Sensing area: 120 x 60mm / 4.72 x 2.36"

Part number: **TW33119134-2A**



Deep Cover Search Head

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

Cover Range: 40mm / 1.6" bar 35mm to 180mm / 1.4" to 7"
8mm / 0.3" bar 25mm to 160mm / 1.0" to 6.3"

Dimensions: 170 x 94 x 54mm / 6.7 x 3.7 x 2.1"

Sensing area: 160 x 80mm / 6.3 x 3.15"

Part Number: **TW33119171A**



Dual Search Head for High Tensile and Stainless Steels

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

Cover Range: 40mm / 1.6" bar 35mm to 180mm / 1.4" to 7"
8mm / 0.3" bar 25mm to 160mm / 1.0" to 6.3"

Dimensions: 170 x 94 x 54mm / 6.7 x 3.7 x 2.1"

Sensing area: 160 x 80mm / 6.3 x 3.15"

Part Number: **TW33120014D**



Borehole Probe

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

Measurement depth: Short probe: 0 - 40cm / 0 - 6" Long Probe: 0 - 100cm / 0 - 40"

Approximate detection ranges: Tendon duct (70mm / 2.75" diameter; up to 90mm / 3.54"
Reinforcement bar: up to 80mm / 2.36"

Part Number: Short Metric - **TW33119223-1A** Long Metric - **TW33119223-2A**
Short Imperial - **TW33119223-3A** Long Imperial - **TW33119223-4A**



Extension Arm Kit

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

Cover Range: 40mm / 1.6" bar 15mm to 95mm / 0.6" to 3.75"
8mm / 0.3" bar 8mm to 70mm / 0.3" to 2.4"

Dimensions: 155 x 88 x 42mm / 6.1 x 3.5 x 1.65"

Sensing area: 120 x 60mm / 4.72 x 2.36"

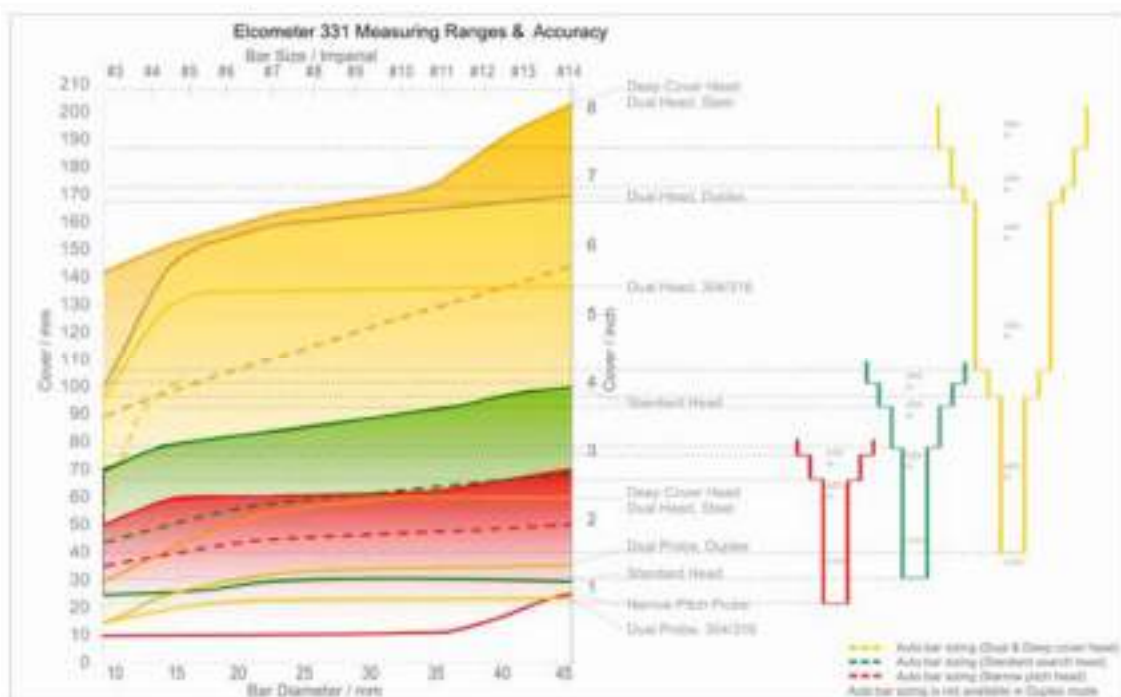
Part Number: **TW33119222**



Half-Cell Probe Kit

Consisting of either a copper electrode in a copper sulphate solution (Cu/CuSO₄) or a silver electrode in a silver chloride solution (Ag/AgCl), each Half-Cell is a sealed unit so there is no need to mix chemicals on site. Supplied with a 25m (80ft) cable, every Half-Cell Kit is guaranteed for 5 years.

Part Number: Cu/CuSO₄ - **TW331CUKIT**
Ag/AgCl - **TW331AGKIT**



Elcometer 331[®] Measurement Resolution

