

PROVINCIA DI BRESCIA

SP 11 - ORZINUOVI-ACQUAFREDDA  
MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE  
AL KM 27+470 IN COMUNE DI PAVONE MELLA  
CUP H87H20001890002  
MANUFATTO CODICE: BSSP011\_P008

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione sui materiali

Committente; Provincia di Brescia  
AREA DEL TERRITORIO  
SETTORE DELLE STRADE E DEI TRASPORTI

Progettista: Dott. Ing. Adriano Reggia  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia Sez. A N.4801

Luogo: Brescia  
Data: 2022-07-10  
Pagine: 37

(Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs 82/2005 s.m.i. e norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa)

## SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	6
1.1	Oggetto .....	6
1.2	Normativa di riferimento.....	7
1.3	Documentazione tecnica .....	9
2	PIANO DELLE INDAGINI .....	10
2.1	Materiali esistenti .....	10
2.1.1	Calcestruzzo.....	10
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE.....	13
1.2	Materiali esistenti .....	13
1.2.1	Calcestruzzo.....	13
3.1.1	Acciaio per calcestruzzo armato .....	15
3.1.2	Acciaio per calcestruzzo armato precompresso .....	17
3.2	Materiali aggiunti.....	20
3.2.1	Calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b tipo Italcementi i.power RIGENERA 1,5.....	20
3.2.2	Acciaio per calcestruzzo armato B450C .....	22
3.2.3	Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235.....	22
3.3	Prodotti ad uso strutturale aggiunti.....	23
3.3.1	Ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R.....	23
4	CORRISPONDENZA DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE ALLE SPECIFICHE DEL PROGETTO .....	25
4.1	Materiali aggiunti.....	25
4.1.1	Calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b tipo Italcementi i.power RIGENERA 1,5.....	25
4.1.2	Acciaio per calcestruzzo armato B450C .....	25
4.1.3	Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235.....	25
4.2	Prodotti ad uso strutturale aggiunti.....	26
4.2.1	Ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R.....	26
5	CORRISPONDENZA DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE ALLE DISPOSIZIONI DELLE NTC .....	27
5.1	Materiali aggiunti.....	27
5.1.1	Calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 tipo Italcementi i.power RIGENERA 1,5.....	27
5.1.2	Acciaio per calcestruzzo armato B450C .....	27

---

5.1.3	Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235.....	27
5.2	Prodotti ad uso strutturale aggiunti.....	27
5.2.1	Ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R.....	27
6	PROCEDURE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE .....	28
6.1	Materiali aggiunti.....	28
6.1.1	Calcestruzzo fibrorinforzato tipo i.power RIGENERA 1,5 .....	28
6.1.2	Acciaio per calcestruzzo armato B450C .....	33
6.1.3	Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235.....	35
6.2	Prodotti ad uso strutturale aggiunti.....	37
6.2.1	Ancorante chimico ad iniezione topo Hilti HIT-HY 200-R .....	37

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Individuazione delle unità strutturali (US).....	6
Tabella 2: Obiettivi del piano delle indagini sulla US1 .....	11
Tabella 3: Caratteristiche sintetiche della US1 .....	11
Tabella 4: Piano delle indagini sulla US1.....	11
Tabella 5: Obiettivi del piano delle indagini sulla US2 .....	12
Tabella 6: Caratteristiche sintetiche della US2 .....	12
Tabella 7: Piano delle indagini sulla US2.....	12
Tabella 8: Risultati prove di compressione su carote in calcestruzzo della US1 .....	13
Tabella 9: Risultati prove di compressione su carote in calcestruzzo della US2.....	14
Tabella 10: Evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai da armatura: tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ ), tensione caratteristica a carico massimo ( $f_{tk}$ ) e allungamento ( $(A_{gt})_k$ ) .....	15
Tabella 11: Risultati prove di trazione su spezzoni di armatura della US1 .....	16
Tabella 12: Individuazione dell'anno di costruzione delle US2 .....	16
Tabella 13: Caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo armato della US2 .....	16
Tabella 14: Limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione secondo Euronorm 138-79: tensione caratteristica al carico massimo ( $f_{ptk}$ ), tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità ( $f_{p(0,1)k}$ ), tensione caratteristica all'1% di deformazione totale ( $f_{p(1)k}$ ), tensione caratteristica di snervamento ( $f_{pyk}$ ), allungamento totale percentuale a carico massimo ( $A_{gt}$ ).....	17
Tabella 15: Limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione secondo D.M. 14 gennaio 2008: tensione caratteristica al carico massimo ( $f_{ptk}$ ), tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità ( $f_{p(0,1)k}$ ), tensione caratteristica all'1% di deformazione totale ( $f_{p(1)k}$ ), tensione caratteristica di snervamento ( $f_{pyk}$ ), allungamento totale percentuale a carico massimo ( $A_{gt}$ ).....	18
Tabella 16: Limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione secondo D.M. 17 gennaio 2018: tensione caratteristica al carico massimo ( $f_{ptk}$ ), tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità ( $f_{p(0,1)k}$ ), tensione caratteristica all'1% di deformazione totale ( $f_{p(1)k}$ ), tensione caratteristica di snervamento ( $f_{pyk}$ ), allungamento totale percentuale a carico massimo ( $A_{gt}$ ).....	18
Tabella 17: Individuazione dell'anno di costruzione delle US2 .....	19
Tabella 18: Caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo armato precompresso della US2 .....	19
Tabella 19: Proprietà geometriche, fisiche e meccaniche del calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b .....	21
Tabella 20: Valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo dell'acciaio per calcestruzzo armato B450C .....	22
Tabella 21: Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento ( $f_{yk}$ ) e di rottura ( $f_{tk}$ ) dell'acciaio per impiego strutturale S235.....	22
Tabella 22: Fattore di amplificazione $\alpha_{lb}$ per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito .....	23
Tabella 23: Fattore di amplificazione $k_b$ per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito .....	23
Tabella 24: Valori di progetto della resistenza di ancoraggio $f_{bd,PIR}$ per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito .....	23
Tabella 25: Fattore di amplificazione $k_{b,seis}$ per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito .....	24

Tabella 26: Valori di progetto della resistenza di ancoraggio $f_{bd,seis}$ per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito .....	24
Tabella 27: Corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b alle specifiche del progetto .....	25
Tabella 28: Corrispondenza delle caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo armato B450C alle specifiche del progetto .....	25
Tabella 29: Corrispondenza delle caratteristiche dell'acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235 alle specifiche del progetto .....	25
Tabella 30: Corrispondenza delle caratteristiche ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R alle specifiche del progetto .....	26
Tabella 31: Classificazione del calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b.....	27
Tabella 32: Classificazione dell'ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R .....	27
Tabella 33: Controlli di accettazione .....	29
Tabella 34: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US1: determinazione della classe di resistenza a compressione .....	29
Tabella 35: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US2: determinazione della classe di resistenza a compressione .....	29
Tabella 36: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US1: determinazione della classe di tenacità ..	32
Tabella 37: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US2: determinazione della classe di tenacità ..	32
Tabella 38: Valori di accettazione in cantiere: barre .....	33
Tabella 39: Valori di accettazione in cantiere: reti e tralicci .....	34
Tabella 40: Controllo di accettazione sull'acciaio B450C sulla US1 .....	35
Tabella 41: Controllo di accettazione sull'acciaio B450C sulla US2.....	35
Tabella 42: Controllo di accettazione su elementi di carpenteria metallica in acciaio S235 sulla US1 .....	37
Tabella 43: Controllo di accettazione su elementi di carpenteria metallica in acciaio S235 sulla US2 .....	37

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 Oggetto

La presente relazione descrive le caratteristiche dei materiali e dei prodotti ad uso strutturale, sia esistenti che aggiunti, considerati nell'intervento di manutenzione straordinaria del ponte al km 27+470 della SP 11 "ORZINUOVI-ACQUAFREDDA" nel comune di Pavone Mella (BS). La relazione descrive, inoltre, la corrispondenza dei materiali e dei prodotti ad uso strutturale aggiunti alle specifiche del progetto ed alle disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC). La relazione richiama le procedure e le prove di accettazione, prescritte dalle NTC, dei materiali e dei prodotti ad uso strutturale di cui è previsto l'uso in progetto, con particolare riferimento all'impiego del calcestruzzo fibrorinforzato. La relazione si completa con la descrizione, tramite schede operative, delle misure di protezione e di manutenzione programmata necessarie per garantire la durabilità delle strutture affinché i livelli di sicurezza previsti dal progetto vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera. In Tabella 1 vengono identificate le due unità strutturali (US) oggetto di intervento.

*Tabella 1: Individuazione delle unità strutturali (US)*

Unità strutturale	Denominazione	Strada provinciale	Progressiva chilometrica	Codice manufatto	Localizzazione	Comune
US1	PONTE STORICO	SP 11 "ORZINUOVI ACQUAFREDDA"	km 27+470	BSSP011_P008	45,30168 N 10,19932 E	Pavone Mella (BS)
US2	AMPLIAMENTO					

## 1.2 Normativa di riferimento

La relazione sui materiali in oggetto è stata prodotta in riferimento alle seguenti normative:

- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 10 gennaio 1907, Roma, 1907.
- Regno d'Italia, Regio Decreto-Legge 4 settembre 1927 n. 1981 - Nuove norme per l'accettazione di agglomerati idraulici e l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato, Roma, 1927.
- Regno d'Italia, Regio Decreto-Legge 16 novembre 1939 n. 2229 - Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato, Roma, 1940.
- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 30 maggio 1972 n. 9161 - Norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica, Roma, 1972.
- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 30 maggio 1974 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale ai sensi della Legge 5 novembre 1971 N.1086 ed in sostituzione del decreto ministeriale 30 maggio 1972, Roma 1975.
- Comunità Europea, Euronorm 139-79 - Acciai per cemento armato precompresso, Lussemburgo, 1979.
- Ministero dei Lavori Pubblici, Decreto 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche, Roma, 1996.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 1542:2000 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta, Milano, 2000.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linee Guida sui calcestruzzi strutturali ad alta resistenza, Roma, 2001.
- Presidenza della Repubblica Italiana, D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, Roma, 2001.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14889-1:2006 - Fibre per calcestruzzo - Parte 1: Fibre di acciaio - Definizioni, specificazioni e conformità, Milano, 2006.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14889-2:2006 - Fibre per calcestruzzo - Parte 2: Fibre polimeriche - Definizioni, specificazioni e conformità, Milano, 2006.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14630:2007 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della profondità di carbonatazione di un calcestruzzo indurito con il metodo della fenolftaleina, Milano, 2007.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 14651: 2007 - Metodo di prova per calcestruzzo con fibre metalliche - Misurazione della resistenza a trazione per flessione (limite di proporzionalità (LOP), resistenza residua), Milano, 2007.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 14 gennaio 2008 n. 29 - Nuove norme tecniche per le costruzioni, Roma, 2008.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-1:2012, Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme, Milano, 2012.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12504-2:2012, Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 2: Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico, Milano, 2012.
- Governo della Repubblica Italiana, D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163 - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE - Aggiornamento al D.L. 24 giugno 2014, n. 90, Roma, 2014.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 1992-1-1:2015 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici, Milano, 2015.

- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 206:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità, Milano, 2016.
- Ente Italiano di Normazione, UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206, Milano, 2016.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale, Roma, 2017.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, Roma, 2017.
- American Society for Testing and Materials International, ASTM C803 / C803M - 18 - Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete, West Conshohocken, PA, USA.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», Roma, 2018.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, Roma, 2019.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete), Roma, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12350-1:2019, Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento e apparecchiatura comune, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-2:2019, Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-3:2019, Prove sul calcestruzzo indurito - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12390-8:2019, Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione, Milano, 2019.
- Ente Italiano di Normazione, UNI EN 12504-1:2019, Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione, Milano, 2019.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Consiglio Superiore dei Lavori, Linea guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti, Roma, 2020.



### 1.3 Documentazione tecnica

La relazione sui materiali in oggetto è stata prodotta considerando la seguente documentazione tecnica:

- Deutsches Institut für Bautechnik, European Technical Assessment ETA-12/0083 of 21 June 2019. Injection System Hilti HIT-HY 200-R for rebar connection. Post-installed rebar connection under seismic action, 2019.
- Dott. Ing. Adriano Reggia, Proposta di indagini relative al ponte SP11 km 27+470 su fiume Mella BSSSP011\_P008 nel Comune di Cigole (BS) e nel Comune di Pavone del Mella (BS), Brescia, 2021.
- P&PLMC Laboratori Materiali e Componenti, PONTE AL KM 27+470 SULLA SP11 "ORZINUOVI-ACQUAFREDDA" NEL COMUNE DI CIGOLE/PAVONE MELLA (BS) Indagini diagnostiche conoscitive, Seriate (BG), 2020.

## 2 PIANO DELLE INDAGINI

### 2.1 Materiali esistenti

#### 2.1.1 Calcestruzzo

Per la valutazione della sicurezza di una struttura esistente, sia allo stato di fatto che allo stato di progetto, è necessario valutare il valore della resistenza media cilindrica ( $f_{cm, is}$ ) o cubica ( $R_{cm, is}$ ) del calcestruzzo in situ. Tale valutazione viene condotta con riferimento alle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera attraverso un apposito piano delle indagini che può prevedere l'esecuzione delle seguenti tipologie di prova:

- Prove dirette:
  - o Prove distruttive:
    - Carotaggi (C);
- Prove indirette:
  - o Prove parzialmente distruttive:
    - Metodo basato sulla forza di estrazione di inserti (P);
    - Metodo basato sulla profondità di penetrazione di sonde, ad esempio tipo Windsor (W);
  - o Prove non-distruttive:
    - Metodo sclerometrico (SCL).
    - Prove ad ultrasuoni (U).

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, basati su fattori di correlazione, richiedono, per la stima della resistenza, calibrazioni complesse, mentre l'indagine mediante carotaggio, salvo il ricorso ad alcuni coefficienti correttivi, non richiede una vera e propria correlazione per l'interpretazione dei dati, anche se per contro determina un danno, sia pur localizzato, alla struttura ed è, evidentemente, più lenta ed onerosa.

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente, sia allo stato di fatto che allo stato di progetto, può essere effettuata sulla base dell'identificazione della classe dell'acciaio rispetto alla normativa vigente all'epoca della costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe. Tale valutazione viene condotta attraverso un apposito piano delle indagini che può prevedere l'esecuzione delle seguenti tipologie di prova:

- Prove dirette:
  - o Prove distruttive:
    - Prelievo, esame e prova di trazione di barre di armatura (ARM);
- Prove indirette:
  - o Prove non-distruttive:
    - Determinazione della durezza Leeb delle armature - Durometro (DUR).

La tipologia ed il numero di prove da condurre può essere scelto in funzione dei seguenti obiettivi:

- il livello di conoscenza (LC) che si desidera ottenere (Tabella C.8.5.IV Circolare n.7 2019);
- il livello delle indagini e delle prove che si desidera ottenere (Tabella C.8.5.V Circolare n.7 2019);
- la variabilità dei dati e dei risultati che si presume di ottenere in situ.

La tipologia ed il numero di prove da condurre può essere scelto in funzione delle caratteristiche della struttura oggetto di indagine, come:

- l'area di piano della struttura;
- il numero di piani;
- il volume di calcestruzzo sottoposto ad indagine.

Ai fini delle prove sui materiali per la valutazione della sicurezza di edifici esistenti è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o semi-distruttivi.

#### 1.1.1.1 Unità strutturale US1 (PONTE STORICO)

Gli obiettivi del piano delle indagini sulla US1 sono elencati in Tabella 2.

*Tabella 2: Obiettivi del piano delle indagini sulla US1*

Obiettivi	US1 (PONTE STORICO)
Livello di conoscenza	LC1
Livello delle indagini e delle prove	Limitato
Variabilità presunta risultati	Media

Le caratteristiche sintetiche della US1 sono elencate in Tabella 3.

*Tabella 3: Caratteristiche sintetiche della US1*

Dimensioni	US1 (PONTE STORICO)
Area di piano	240 m <sup>2</sup>
Numero di piani	1
Volume di calcestruzzo	150 m <sup>3</sup>

Il piano delle indagini sulla US1 è descritto in Tabella 4.

*Tabella 4: Piano delle indagini sulla US1*

US1 (PONTE STORICO)				
ID	Descrizione	Norma	Elemento strutturale	N. prove
C	Prelievo, esame e prova di compressione di carote di calcestruzzo e determinazione della profondità di carbonatazione	UNI EN 12504-1	S1	3
		2009	T1	
		UNI EN 14630	P1	
ARM	Prelievo, esame e prova di trazione di barre di armatura	UNI EN ISO	S1	3
		15630-1: 2019	T1	
			P1	
DUR	Determinazione della durezza Leeb delle armature - Durometro	ASTM A956	S1	3
			T1	
			P1	

#### 1.1.1.2 Unità strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

Gli obiettivi del piano delle indagini sulla US2 sono elencati in Tabella 5.

*Tabella 5: Obiettivi del piano delle indagini sulla US2*

Obiettivi	US2 (AMPLIAMENTO)
Livello di conoscenza	LC1
Livello delle indagini e delle prove	Limitato
Variabilità presunta risultati	Media

Le caratteristiche sintetiche della US2 sono elencate in Tabella 6.

*Tabella 6: Caratteristiche sintetiche della US2*

Dimensioni	US2 (AMPLIAMENTO)
Area di piano	260 m <sup>2</sup>
Numero di piani	1
Volume di calcestruzzo	200 m <sup>3</sup>

Il piano delle indagini sulla US2 è descritto in Tabella 7.

*Tabella 7: Piano delle indagini sulla US2*

US2 (AMPLIAMENTO)				
ID	Descrizione	Norma	Elemento	N. prove
C	Prelievo, esame e prova di compressione di carote di calcestruzzo e determinazione della profondità di carbonatazione	UNI EN 12504-1 2009	A1	3
		UNI EN 14630 2007	T3 P5	
DUR	Determinazione della durezza Leeb delle armature - Durometro	ASTM A956	A1 T3 P5	3

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE

#### 1.2 Materiali esistenti

##### 1.2.1 Calcestruzzo

Le proprietà del calcestruzzo esistente impiegato nella US1 e nella US2 sono state desunte dalle prove condotte dal laboratorio prove P&P LMC Laboratori Materiali e Componenti e contenute nel documento "PONTE AL KM 27+470 SULLA SP11 "ORZINUOVI-ACQUAFREDDA" NEL COMUNE DI CIGOLE/PAVONE MELLA (BS) Indagini diagnostiche conoscitive", redatto in data agosto 2021 e firmato dall' Ing. Paolo Panzeri.

##### 1.2.1.1 Unità strutturale US1 (PONTE STORICO)

L'estrazione delle carote dalla struttura, per quanto condotta con le attenzioni richieste dalle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, produce comunque un disturbo al calcestruzzo, per cui nel risultato di prova sulla carota si manifesta un decremento di resistenza. Per tenere conto di tale decremento, la resistenza a compressione del calcestruzzo in situ ( $R_{c, is}$ ) si può ottenere moltiplicando resistenza ottenuta dalla singola prova ( $f_{carota}$ ) per il Fattore di danno ( $F_d$ ). I valori di quest'ultimo sono definiti in funzione della resistenza a compressione delle carote nella Tabella C11.2.6.I della Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP. (Circolare).

I risultati delle prove di compressione, condotte secondo la norma UNI EN 12504-1:2019, su carote in calcestruzzo sono riportati in Tabella 8. Il valore medio della resistenza a compressione in sito ( $R_{c, is, m}$ ) è stato ottenuto dalla media delle resistenze a compressione del calcestruzzo in situ.

Le masse volumiche dei provini in calcestruzzo (W) sono riportati in Tabella 8. Il valore medio della massa volumica risulta conforme a quello del calcestruzzo normale, secondo UNI EN 206:2016, con un valore compreso fra 2 000 kg/m<sup>3</sup> e 2 600 kg/m<sup>3</sup>.

I risultati delle prove per la misura della profondità della carbonatazione, condotte secondo la norma UNI EN 14630:2007, su carote in calcestruzzo sono riportati in Tabella 8.

*Tabella 8: Risultati prove di compressione su carote in calcestruzzo della US1*

US1 (PONTE STORICO)									
ID prova	Elemento strutturale	ID elemento	P <sub>carb</sub>	Ø	H	Ø/H	W	Tipo rottura	R <sub>c, is</sub>
(-)	(-)	(-)	(cm)	(mm)	(mm)	(-)	(kg/m <sup>3</sup> )	(-)	(MPa)
C1	Trave in CA	S1-CENTRO	0,0	74	155	1/1	2450	Standard	52,1
C2	Trave in CA	T1	0,0	74	130	1/1	2410	Standard	44,0
C5	Pilastro in CA	P1	5,0	74	210	1/1	2400	Standard	35,6

##### 1.2.1.2 Unità strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

I risultati delle prove di compressione, condotte secondo la norma UNI EN 12504-1:2019, su carote in calcestruzzo sono riportati in Tabella 9. Il valore medio della resistenza a compressione in sito ( $R_{c, is, m}$ ) è stato ottenuto dalla media delle resistenze a compressione del calcestruzzo in situ.

Le masse volumiche dei provini in calcestruzzo (W) sono riportati in Tabella 9. Il valore medio della massa volumica risulta conforme a quello del calcestruzzo normale, secondo UNI EN 206:2016, con un valore compreso fra 2 000 kg/m<sup>3</sup> e 2 600 kg/m<sup>3</sup>.

I risultati delle prove per la misura della profondità della carbonatazione, condotte secondo la norma UNI EN 14630:2007, su carote in calcestruzzo sono riportati in Tabella 9. La carbonatazione del calcestruzzo risulta nulla o molto limitata.

*Tabella 9: Risultati prove di compressione su carote in calcestruzzo della US2*

US2 (AMPLIAMENTO)									
ID prova	Elemento strutturale	ID elemento	P <sub>carb</sub>	Ø	H	Ø/H	W	Tipo rottura	R <sub>c, is</sub>
(-)	(-)	(-)	(cm)	(mm)	(mm)	(-)	(kg/m <sup>3</sup> )	(-)	(MPa)
C3	Trave in CAP	A1-CENTRO	1,5	74	75	1/1	2420	Standard	67,6
C4	Trave in CA	T3	1,5	74	74	1/1	2330	Standard	47,0
C6	Pilastro in CA	P5	2,0	74	74	1/1	2400	Standard	26,5

### 3.1.1 Acciaio per calcestruzzo armato

Sulla base dell'evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai da armatura è possibile individuare la tipologia di acciaio impiegato nella costruzione fra quelle indicate in Tabella 10.

*Tabella 10: Evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai da armatura: tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ ), tensione caratteristica a carico massimo ( $f_{tk}$ ) e allungamento ( $(A_{gt})_k$ )*

Normativa	Tipologia	Acciaio	$f_{yk}$	$f_{tk}$	$(A_{gt})_k$
(-)	(-)	(-)	(MPa)	(MPa)	(%)
REGIO DECRETO 10 gennaio 1907	Liscio	Ferro omogeneo	-	$\geq 360$ $\leq 450$	$\geq 25$ $\geq 20$ (Coefficiente di qualità $\geq 900$ )
		Ferro saldato	-	$\geq 340$	$\geq 12$ (Coefficiente di qualità $\geq 400$ )
REGIO DECRETO-LEGGE 4 settembre 1927, n. 1981	Liscio	Ferro omogeneo	-	$\geq 380$ $\leq 500$	$\geq 27$ $\geq 21$
		Ferro saldato	-	$\geq 350$	$\geq 12$
REGIO DECRETO-LEGGE 16 novembre 1939 n. 2229	Liscio	Dolce	$\geq 230$	$\geq 420$ $\leq 500$	$\geq 20$
		Semi duro	$\geq 270$	$\geq 500$ $\leq 600$	$\geq 16$
		Duro	$\geq 310$	$\geq 600$ $\leq 700$	$\geq 14$
CIRCOLARE MINISTERIALE 23/05/1957 n°1472	Liscio	Aq42	$\geq 230$	$\geq 420$ $\leq 500$	$\geq 20$
		Aq50	$\geq 270$	$\geq 500$ $\leq 600$	$\geq 16$
		Aq60	$\geq 310$	$\geq 600$ $\leq 700$	$\geq 14$
DECRETO MINISTERIALE 30 maggio 1972 n. 9161	Liscio	FeB22	$\geq 220$	$\geq 340$	$\geq 24$
		FeB32	$\geq 320$	$\geq 500$	$\geq 23$
	Aderenza migliorata	A38	$\geq 380$	$\geq 460$	$\geq 14$
		A41	$\geq 410$	$\geq 500$	$\geq 14$
		FeB44	$\geq 440$	$\geq 550$	$\geq 12$
DECRETO MINISTERIALE 30 maggio 1974	Liscio	FeB22k	$\geq 220$	$\geq 340$	$\geq 24$
		FeB32k	$\geq 320$	$\geq 500$	$\geq 23$
	Aderenza migliorata	FeB38k	$\geq 380$	$\geq 460$	$\geq 14$
		FeB44k	$\geq 440$	$\geq 550$	$\geq 12$
DECRETO MINISTERIALE 9 gennaio 1996	Liscio	FeB22k	$\geq 215$	$\geq 335$	$\geq 24$
		FeB32k	$\geq 315$	$\geq 490$	$\geq 23$
	Aderenza migliorata	FeB38k	$\geq 375$	$\geq 450$	$\geq 14$
		FeB44k	$\geq 430$	$\geq 540$	$\geq 12$
DECRETO MINISTERIALE 14 gennaio 2008 n. 29	Aderenza migliorata	B450C	$\geq 450$	$\geq 540$	$\geq 7,5$
		B450A	$\geq 450$	$\geq 540$	$\geq 2,5$
DECRETO MINISTERIALE 17 gennaio 2018 n. 8	Aderenza migliorata	B450C	$\geq 450$	$\geq 540$	$\geq 7,5$
		B450A	$\geq 450$	$\geq 540$	$\geq 2,5$

#### 1.2.1.3 Unità strutturale US1 (PONTE STORICO)

I risultati delle prove di trazione, condotte secondo la norma UNI EN ISO 15630-1: 2019, su spezzoni di armatura prelevati dalla US1 sono riportati in Tabella 11.

Tabella 11: Risultati prove di trazione su spezzoni di armatura della US1

US1 (PONTE STORICO)					
ID prova	Elemento strutturale	ID elemento	$f_{ym}$	$f_{tm}$	$A_{gt}$
(-)	(-)	(-)	(MPa)	(MPa)	(%)
ARM1	Trave in CA	S1-CENTRO	569,1	860,2	10,6
ARM2	Trave in CA	T1	556,1	741,8	12,6
ARM3	Pilastro in CA	P1	562,5	798,4	15,2

#### 1.2.1.4 Unità strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

L'anno di costruzione della US2 è il 1980, come indicato in Tabella 12.

Tabella 12: Individuazione dell'anno di costruzione delle US2

Unità strutturale	Anno di costruzione
US2	1980

Con riferimento ai valori presentati nella Tabella 10, i valori medi della tensione di snervamento ( $f_{ym}$ ), della tensione a carico massimo ( $f_{tm}$ ) e dell'allungamento ( $(A_{gt})_m$ ) da utilizzare nel calcolo sono riportati in Tabella 13.

Tabella 13: Caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo armato della US2

US2 (AMPLIAMENTO)				
Anno di costruzione	Acciaio	$f_{ym}$	$f_{tm}$	$(A_{gt})_m$
(-)	(-)	(MPa)	(MPa)	(%)
1980	FeB44k	440	550	12



### 3.1.2 Acciaio per calcestruzzo armato precompresso

La possibilità di utilizzo dell'acciaio per armature da precompressione forniti sotto forma di fili, barre, trecce e trefoli viene introdotta nelle norme italiane dal D.M. 30 maggio 1972 e dal successivo D.M. 30 maggio 1974. Queste norme introducono l'obbligo per il produttore di garantire le proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature di precompressione. I valori caratteristici di tensione di rottura ( $R_{ak}$ ), tensione allo 0,1% ( $R_{ak(0,1)}$ ) per fili e trecce, tensione allo 0,2% ( $R_{ak(0,2)}$ ) per fili e trecce, tensione all'1% sotto carico ( $R_{ak(1)}$ ) per trefoli, la tensione di snervamento ( $R_{ak(S)}$ ) per le barre, l'allungamento a rottura ( $l$ ), il modulo elastico apparente ( $E_a$ ), il numero di piegamenti nella prova di piegamento alternato per fili ( $N$ ), il piegamento a 180° per fili e barre ( $\alpha(180^\circ)$ ), il limite di fatica ( $L$ ), il rilassamento ( $r$ ) ed il diagramma sforzi-deformazioni devono essere garantiti dal produttore.

La norma europea EURONORM 138-79 del settembre 1979 introduce limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione, come illustrato in Tabella 14.

*Tabella 14: Limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione secondo EURONORM 138-79: tensione caratteristica al carico massimo ( $f_{ptk}$ ), tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità ( $f_{p(0,1)k}$ ), tensione caratteristica all'1% di deformazione totale ( $f_{p(1)k}$ ), tensione caratteristica di snervamento ( $f_{pyk}$ ), allungamento totale percentuale a carico massimo ( $A_{gt}$ )*

	ID	Unità	Fili autoraddrizzanti	Fili	Trefoli a 3 fili (trecce)	Trefoli a 7 fili normali	Trefoli a 7 fili super	Trefoli a 7 fili trafilati
Tensione caratteristica al carico massimo	$f_{ptk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	≥ 1470	≥ 1570	≥ 1770	≥ 1670	≥ 1770	≥ 1700
Tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità	$f_{p(0,1)k}$	(N/mm <sup>2</sup> )	≥ 1180	≥ 1380	≥ 1500	≥ 1420	≥ 1500	≥ 1445
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k}$	(N/mm <sup>2</sup> )	na	na	na	na	na	na
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	na	na	na	na	na	na
Allungamento totale percentuale a carico massimo	$A_{gt}$	(%)	≥ 3,5	≥ 4,0	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

na = non applicabile

La norma italiana D.M. 9 gennaio 1996 rinnova l'obbligo per il produttore di garantire le proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature di precompressione. I valori caratteristici di tensione di rottura ( $f_{ptk}$ ), tensione allo 0,2% ( $f_{p(0,2)k}$ ), tensione all'1% sotto carico ( $f_{p(1)k}$ ), la tensione di snervamento ( $f_{pyk}$ ), l'allungamento a rottura ( $l$ ), il modulo elastico apparente ( $E_p$ ), il numero di piegamenti nella prova di piegamento alternato per fili ( $N$ ), il piegamento a 180° per fili e barre ( $\alpha(180^\circ)$ ) ed, eventualmente, il limite di fatica ( $L$ ) e il rilassamento ( $r$ ) devono essere garantiti dal produttore.

Le norme italiane D.M. 14 gennaio 2008 e D.M. 17 gennaio 2018 introducono i limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione, come illustrato in Tabella 15 e in Tabella 16.

**Tabella 15: Limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione secondo D.M. 14 gennaio 2008: tensione caratteristica al carico massimo ( $f_{ptk}$ ), tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità ( $f_{p(0,1)k}$ ), tensione caratteristica all'1% di deformazione totale ( $f_{p(1)k}$ ), tensione caratteristica di snervamento ( $f_{pyk}$ ), allungamento totale percentuale a carico massimo ( $A_{gt}$ )**

	ID	Unità	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica al carico massimo	$f_{ptk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
Tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità	$f_{p(0,1)k}$	(N/mm <sup>2</sup> )	na	≥ 1420	na	na	na
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k}$	(N/mm <sup>2</sup> )	na	na	≥ 1670	≥ 1620	≥ 1700
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	≥ 800	na	na	na	na
Allungamento totale percentuale a carico massimo	$A_{gt}$	(%)	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

na = non applicabile

**Tabella 16: Limiti inferiori delle proprietà meccaniche e di duttilità degli acciai per armature da precompressione secondo D.M. 17 gennaio 2018: tensione caratteristica al carico massimo ( $f_{ptk}$ ), tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità ( $f_{p(0,1)k}$ ), tensione caratteristica all'1% di deformazione totale ( $f_{p(1)k}$ ), tensione caratteristica di snervamento ( $f_{pyk}$ ), allungamento totale percentuale a carico massimo ( $A_{gt}$ )**

	ID	Unità	Barre	Fili	Trefoli e trecce	Trefoli compattati
Tensione caratteristica al carico massimo	$f_{ptk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820
Tensione caratteristica allo 0,1% di deformazione residua – scostamento della proporzionalità	$f_{p(0,1)k}$	(N/mm <sup>2</sup> )	na	≥ 1420	na	Na
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	$f_{p(1)k}$	(N/mm <sup>2</sup> )	na	na	≥ 1670	≥ 1620
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	≥ 800	na	na	na
Allungamento totale percentuale a carico massimo	$A_{gt}$	(%)	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

na = non applicabile

I valori medi di tensione di rottura ( $f_{ptk}$ ), tensione allo 0,2% ( $f_{p(0,2)k}$ ), tensione all'1% sotto carico ( $f_{p(1)k}$ ), la tensione di snervamento ( $f_{pyk}$ ), l'allungamento a rottura (l), il modulo elastico apparente ( $E_p$ ), il numero di piegamenti nella prova di piegamento alternato per fili (N), il piegamento a 180° per fili e barre ( $\alpha(180^\circ)$ ) ed, eventualmente, il limite di fatica (L) e il rilassamento (r) vengono assunti pari ad i limiti inferiori (valori caratteristici) corrispondenti a ciascuna proprietà meccanica e di duttilità considerata, in funzione dell'anno di costruzione della struttura.

#### 1.2.1.5 Unità strutturale US2 (AMPLIAMENTO)

L'anno di costruzione della US2 è il 1980, come indicato in Tabella 17.

*Tabella 17: Individuazione dell'anno di costruzione delle US2*

Unità strutturale	Anno di costruzione
US1	1980

Con riferimento ai valori presentati nella Tabella 14, Tabella 15 e Tabella 16, i valori medi di tensione al carico massimo ( $f_{ptm}$ ), tensione allo 0,1% di tensione residua ( $f_{p(0,1)m}$ ) e l'allungamento totale percentuale a carico massimo ( $(A_{gt})_m$ ), in funzione della norma di riferimento adottata, sono riportati in Tabella 18.

*Tabella 18: Caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo armato precompresso della US2*

US2 (AMPLIAMENTO)				
	ID	Unità	Trefoli	Norma di riferimento
Tensione media al carico massimo	$f_{ptm}$	(N/mm <sup>2</sup> )	1670	EURONORM 138-79
Tensione media allo 0,1% di deformazione residua	$f_{p(0,1)m}$	(N/mm <sup>2</sup> )	1420	EURONORM 138-79
Allungamento totale percentuale a carico massimo	$(A_{gt})_m$	(%)	3,5	EURONORM 138-79

## 3.2 Materiali aggiunti

### 3.2.1 Calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b tipo Italcementi i.power RIGENERA 1,5

#### 1.2.1.6 Inquadramento normativo

Il calcestruzzo fibrorinforzato (FRC) è un materiale da costruzione identificato dalle NTC (§11.2.12) le cui regole di progettazione ed esecuzione sono previste nei documenti di comprovata validità quali sono le Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nel rispetto dei livelli di sicurezza previsti dalle vigenti Norme Tecniche. Il FRC è caratterizzato dalla presenza di fibre discontinue nella matrice cementizia; tali fibre possono essere realizzate in acciaio o materiale polimerico, e devono essere marcate CE in accordo alle norme europee armonizzate, quali la UNI EN 14889-1: 2006 ed UNI EN 14889-2 per le fibre realizzate in acciaio o materiale polimerico. Per il FRC deve essere condotta l'identificazione, la qualificazione e la certificazione di valutazione tecnica da parte del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici secondo la Linea guida per ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete). La miscela del FRC deve essere sottoposta a valutazione preliminare secondo le indicazioni fornite dalla Linea Guida, con determinazione dei valori di resistenza a trazione residua  $f_{R1k}$  per lo Stato limite di esercizio e  $f_{R3k}$  per lo Stato limite Ultimo determinati secondo UNI EN 14651:2007. La miscela del FRC deve essere sottoposta a controlli di accettazione secondo le indicazioni fornite dalla Linea guida per ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete), con determinazione dei valori di resistenza a trazione residua  $f_{R1k}$  per lo Stato limite di esercizio e  $f_{R3k}$  per lo Stato limite Ultimo determinati secondo UNI EN 14651:2007.

#### 1.2.1.7 Proprietà del materiale

Il calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b è caratterizzato da elevatissime prestazioni meccaniche ed elevatissima durabilità. Il calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b è un calcestruzzo auto-compattante con classe di consistenza S5 e SF3<sup>1</sup>. Il calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b appartiene alla classe di resistenza C70/85<sup>2</sup>; e alla classe di tenacità 6b<sup>3</sup>. Il calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b ha una classe di esposizione XC4/XD3/XS3/XF4<sup>4</sup> e una classe di reazione al fuoco A1<sup>5</sup>.

Tabella 19: Proprietà geometriche, fisiche e meccaniche del calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b

CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO C70/85 6B TIPO ITALCEMENTI I.POWER RIGENERA 1,5				
Proprietà	Unità di misura	Valore	Denominazione	Normativa di riferimento
Dimensione massima aggregato	(mm)	4	d <sub>max</sub>	-
Densità	(g/cm <sup>3</sup> )	2,38	-	UNI EN 12390-7:2019
Classe di consistenza	(mm)	220	-	UNI EN 12390-1:2012
	(-)	S5		UNI EN 12390-2:2019
				UNI EN 12390-3:2019
Classe di spandimento	(mm)	760	-	UNI EN 12350-1:2019
	(-)	SF3		
Classe di resistenza a compressione	(MPa)	C70/85	R <sub>c</sub>	UNI EN 12390-1:2012
				UNI EN 12390-2:2019
				UNI EN 12390-3:2019
Modulo elastico	(GPa)	41,9	E <sub>fm</sub>	Linea Guida FRC
Classe di tenacità	(-)	6b	Classe	Linea Guida FRC
Resistenza al limite di proporzionalità	(MPa)	6,9	f <sub>ct,L</sub>	UNI EN 14651:2007
Classe di esposizione	(-)	XC4/XD3/XS3/XF4	-	UNI EN 206:2016
Classe di reazione al fuoco	(-)	A1	-	D.M. 10 marzo 2005

<sup>1</sup> EFNARC, Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete, Farnham, 2002.

<sup>2</sup> Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Decreto 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

<sup>3</sup> Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale, Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC (Fiber Reinforced Concrete), Roma, 2019.

<sup>4</sup> UNI EN 206:2016.

<sup>5</sup> Ministero dell'Interno – Decreto 10 marzo 2005. Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.

### 3.2.2 Acciaio per calcestruzzo armato B450C

L'acciaio per calcestruzzo armato B450C è caratterizzato dai valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo illustrati in Tabella 20.

*Tabella 20: Valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo dell'acciaio per calcestruzzo armato B450C*

ACCIAIO B450C			
Descrizione	ID	Unità	Valore
Valore nominale della tensione di snervamento	$f_{y,nom}$	(N/mm <sup>2</sup> )	450
Valore nominale della tensione a carico massimo	$f_{t,nom}$	(N/mm <sup>2</sup> )	540

### 3.2.3 Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235

L'acciaio per impiego strutturale S235 è caratterizzato dai valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e di rottura illustrati in Tabella 21.

*Tabella 21: Valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento ( $f_{yk}$ ) e di rottura ( $f_{tk}$ ) dell'acciaio per impiego strutturale S235*

ACCIAIO S235					
Spessore nominale "t" dell'elemento					
		$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
ID	Norma di riferimento	$f_{yk}$	$f_{tk}$	$f_{yk}$	$f_{tk}$
(-)	(-)	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
S235	UNI EN 10025-2	235	360	215	360

### 3.3 Prodotti ad uso strutturale aggiunti

#### 3.3.1 Ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R

##### 1.2.1.8 Specifiche ed uso

Ancoraggi soggetti a:

- Carichi statici e quasi-statici: barre ad aderenza migliorata da  $\varnothing 8$  a  $\varnothing 32$  mm.
- Sollecitazione sismica: barre ad aderenza migliorata da  $\varnothing 10$  a  $\varnothing 32$  mm.

Materiale di base:

- Calcestruzzo di massa volumica normale rinforzato o non rinforzato privo di fibre secondo EN 206:2013.
- Classi di resistenza da C12/15 a C50/60 secondo EN 206:2013.
- Contenuto massimo di cloruri pari a 0,40% relativo al contenuto di cemento secondo EN 206:2013.
- Calcestruzzo non carbonatato.

Temperatura del materiale di base:

- all'installazione:  
da  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$
- in servizio:  
da  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+80^{\circ}\text{C}$  (massima temperatura ad esposizioni prolungate  $+50^{\circ}\text{C}$  e massima temperatura alle brevi esposizioni  $+80^{\circ}\text{C}$ )

##### 1.2.1.9 Lunghezza minima di ancoraggio e lunghezza minima di sovrapposizione per carichi statici

La lunghezza di ancoraggio ( $l_{b,min}$ ) e la lunghezza minima di sovrapposizione ( $l_{o,min}$ ) calcolate in accordo alla EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) devono essere moltiplicate per il fattore di amplificazione fornito dalla Tabella 22. La resistenza di progetto dell'ancoraggio ( $f_{bd,PIR}$ ) è fornita dalla Tabella 24. Il valore è ottenuto moltiplicando la resistenza di ancoraggio ( $f_{bd}$ ) secondo la EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) per il fattore di amplificazione fornito dalla Tabella 23.

*Tabella 22: Fattore di amplificazione  $\alpha_{lb}$  per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito*

ANCORANTE CHIMICO AD INIEZIONE TIPO HILTI HIT-HY 200-R									
Diametro della barra					Fattore di amplificazione $\alpha_{lb}$				
(mm)					(-)				
Classe del calcestruzzo									
C12/15		C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
da $\varnothing 8$ a $\varnothing 32$ mm					1,0				

*Tabella 23: Fattore di amplificazione  $k_b$  per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito*

ANCORANTE CHIMICO AD INIEZIONE TIPO HILTI HIT-HY 200-R									
Diametro della barra					Fattore di amplificazione $k_b$				
(mm)					(-)				
Classe del calcestruzzo									
C12/15		C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
da $\varnothing 8$ a $\varnothing 32$ mm					1,0				

*Tabella 24: Valori di progetto della resistenza di ancoraggio  $f_{bd,PIR}$  per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito*

ANCORANTE CHIMICO AD INIEZIONE TIPO HILTI HIT-HY 200-R									
Diametro della barra		Resistenza di ancoraggio $f_{bd,PIR}$							
(mm)		(N/mm <sup>2</sup> )							
Classe del calcestruzzo									
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
da $\varnothing 8$ a $\varnothing 32$ mm	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3

#### 1.2.1.10 Lunghezza minima di ancoraggio e lunghezza minima di sovrapposizione per carichi sismici

La lunghezza di ancoraggio ( $l_{b,min}$ ) e la lunghezza minima di sovrapposizione ( $l_{o,min}$ ) calcolate in accordo alla EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) devono essere moltiplicate per il fattore di amplificazione fornito dalla Tabella 22. La resistenza di progetto dell'ancoraggio ( $f_{bd,seis}$ ) è fornita dalla Tabella 26. Il valore è ottenuto moltiplicando la resistenza di ancoraggio ( $f_{bd}$ ) secondo la EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) per il fattore di amplificazione fornito dalla Tabella 25. Si applica un ricoprimento minimo di calcestruzzo  $c_{min,seis} = 2\phi$ .

*Tabella 25: Fattore di amplificazione  $k_{b,seis}$  per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito*

ANCORANTE CHIMICO AD INIEZIONE TIPO HILTI HIT-HY 200-R									
Diametro della barra			Fattore di amplificazione $k_{b,seis}$						
(mm)			(-)						
Classe del calcestruzzo									
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
da $\varnothing 10$ a $\varnothing 18$ mm	1,0					0,90	0,82	0,76	0,71
da $\varnothing 20$ a $\varnothing 30$ mm	1,0							0,92	0,86
$\varnothing 32$ mm	1,0								

*Tabella 26: Valori di progetto della resistenza di ancoraggio  $f_{bd,seis}$  per perforazione con trapano e raschiatura con attrezzo apposito*

ANCORANTE CHIMICO AD INIEZIONE TIPO HILTI HIT-HY 200-R									
Diametro della barra		Resistenza di ancoraggio $f_{bd,seis}$							
(mm)		(N/mm <sup>2</sup> )							
Classe del calcestruzzo									
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
da $\varnothing 10$ a $\varnothing 18$ mm	2,0	2,3	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
da $\varnothing 20$ a $\varnothing 30$ mm	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	3,7	3,7	3,7
$\varnothing 32$ mm	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	3,7	4,0	4,3



## 4 CORRISPONDENZA DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE ALLE SPECIFICHE DEL PROGETTO

### 4.1 Materiali aggiunti

#### 4.1.1 Calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b tipo Italcementi i.power RIGENERA 1,5

La corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b alle specifiche del progetto è illustrata in Tabella 27.

*Tabella 27: Corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b alle specifiche del progetto*

CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO C70/85 6B TIPO ITALCEMENTI I.POWER RIGENERA 1,5				
Descrizione	Classe di resistenza a compressione	Classe di tenacità	Classe di consistenza	Classe di spandimento
Prestazioni dei materiali	C70/85	6b	S5	SF3
Specifiche del progetto	C70/85	6b	S5	SF3
Corrispondenza	OK	OK	OK	OK

#### 4.1.2 Acciaio per calcestruzzo armato B450C

La corrispondenza delle caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo armato B450C alle specifiche del progetto è illustrata in Tabella 28.

*Tabella 28: Corrispondenza delle caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo armato B450C alle specifiche del progetto*

ACCIAIO B450C		
Descrizione	Tipo	Saldabilità
Prestazioni dei materiali	B450C	Sì
Specifiche del progetto	B450C	Sì
Corrispondenza	OK	OK

#### 4.1.3 Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235

La corrispondenza delle caratteristiche dell'acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235 alle specifiche del progetto è illustrata in Tabella 29.

*Tabella 29: Corrispondenza delle caratteristiche dell'acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235 alle specifiche del progetto*

ACCIAIO S235		
Descrizione	Grado	Saldabilità
Prestazioni dei materiali	S235	Sì
Specifiche del progetto	S235	Sì
Corrispondenza	OK	OK

## 4.2 Prodotti ad uso strutturale aggiunti

### 4.2.1 Ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R

La corrispondenza delle caratteristiche ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R alle specifiche del progetto è illustrata in Tabella 30.

*Tabella 30: Corrispondenza delle caratteristiche ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R alle specifiche del progetto*

ANCORANTE CHIMICO AD INIEZIONE TIPO HILTI HIT-HY 200-R	
Descrizione	Categoria di prestazione
Prestazioni dei materiali	C2
Specifiche del progetto	C2
Corrispondenza	OK

## 5 CORRISPONDENZA DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE ALLE DISPOSIZIONI DELLE NTC

### 5.1 Materiali aggiunti

#### 5.1.1 Calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 tipo Italcementi i.power RIGENERA 1,5

Il calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b viene fornito come prodotto secco premiscelato al quale va aggiunta l'acqua in cantiere. Le caratteristiche del materiale sono stabilite nel Certificato di Valutazione Tecnica rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base della Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC, approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

*Tabella 31: Classificazione del calcestruzzo fibrorinforzato C70/85 6b*

CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO C70/85 6B TIPO ITALCEMENTI I.POWER RIGENERA 1,5	
Classe di resistenza compressione	C70/85
Classe di consistenza	S5/SF3/PA2
Classe di esposizione	XC4/XD3/XS3/XF4
Classe di tenacità	6b
Classe di reazione al fuoco	A1

#### 5.1.2 Acciaio per calcestruzzo armato B450C

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al §11.3.1.2 delle NTC e controllati con le modalità riportate nel §11.3.2.11 delle NTC.

#### 5.1.3 Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235

Gli acciai per impiego strutturale devono appartenere ai gradi S235 S460 e le loro caratteristiche devono essere conformi ai requisiti di cui al §11.3.4 delle NTC.

### 5.2 Prodotti ad uso strutturale aggiunti

#### 5.2.1 Ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R

Per la qualificazione degli ancoranti per uso strutturale si applica quanto specificato al punto C) del §11.1 delle NTC, sulla base della Linea guida di benessere tecnico europeo ETAG 001, la quale vale anche per le modalità di esecuzione delle prove di accettazione. Con riferimento alla tabella 1.1 del paragrafo 1.2 dell'Annesso E della citata Linea guida ETAG 001, riguardante le categorie minime raccomandate per la qualificazione degli ancoranti in presenza di azioni sismiche, per tutte le classi d'uso di cui al punto 2.4.2 delle presenti norme, la categoria di prestazione da soddisfare è la C2, definita nella Linea guida ETAG 001.

*Tabella 32: Classificazione dell'ancorante chimico ad iniezione tipo Hilti HIT-HY 200-R*

ANCORANTE CHIMICO AD INIEZIONE TIPO HILTI HIT-HY 200-R	
ETA	ETA-12/0083 of 21 June 2019
Categoria di prestazione	C2 (sismica)

## 6 PROCEDURE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI AD USO STRUTTURALE

### 6.1 Materiali aggiunti

#### 6.1.1 Calcestruzzo fibrorinforzato tipo i.power RIGENERA 1,5

##### 1.2.1.11 Valutazione preliminare

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica previsto al § 11.2.8 delle NTC, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire. Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

##### 1.2.1.12 Determinazione della classe di resistenza a compressione

#### 6.1.1.1 Prelievo e prova dei campioni

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. Il prelievo non viene accettato se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore; in tal caso si applicano le procedure di cui al §11.2.5.3 delle NTC. È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390- 7:2009.

#### 6.1.1.2 Controlli di accettazione

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto. Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1 delle NTC;
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2 delle NTC.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla:

**Tabella 33: Controlli di accettazione**

Controllo tipo A	Controllo tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (MPa)}$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (MPa)}$	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s \text{ (MPa)}$
(N° prelievi = 3)	(N° prelievi $\geq 3$ )
$R_{cm28}$ = resistenza media dei provini (MPa)	
$R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (MPa)	
S =scarto quadratico medio	

#### 6.1.1.3 Controllo tipo A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup> ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

**Tabella 34: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US1: determinazione della classe di resistenza a compressione**

US1 (PONTE STORICO)						
Determinazione della classe di resistenza a compressione (cubetto)						
Materiale	Controllo	Volume di getto	Giorni di getto	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
i.power RIGENERA 1,5	Tipo A	< 100 m <sup>3</sup>	> 1	3	6	150 x 150 x 150 mm

**Tabella 35: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US2: determinazione della classe di resistenza a compressione**

US2 (AMPLIAMENTO)						
Determinazione della classe di resistenza a compressione (cubetto)						
Materiale	Controllo	Volume di getto	Giorni di getto	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
i.power RIGENERA 1,5	Tipo A	< 100 m <sup>3</sup>	> 1	3	6	150 x 150 x 150 mm

#### 6.1.1.4 Controllo tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo. Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo la legge di distribuzione più corretta e il suo valor medio, unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione ( $s/R_m$ ) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7 delle NTC. Infine, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di prelievo e la resistenza minima di prelievo  $R_{c,min}$  dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

#### 6.1.1.5 Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo provvede all'accettazione dei campioni

accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale. Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera. I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori delle prestazioni misurate.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al §11.8.3.1 delle NTC. L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel § 11.2.6 delle NTC. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo. Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa. I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

#### 1.2.1.13 Determinazione della classe di tenacità

#### 1.2.1.14 Controlli di accettazione

Il Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, deve verificare che ciascuna miscela omogenea sia coperta da CVT in corso di validità, di cui una copia deve essere presente in cantiere. Il Direttore dei Lavori deve, inoltre, eseguire i controlli di accettazione, come riportato al §5.1 della Linea guida per l'identificazione, la qualificazione, la certificazione di valutazione tecnica ed il controllo di accettazione dei calcestruzzi fibrorinforzati FRC. Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Fabbrikante. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, l'esecutore dei lavori deve, inoltre, assicurare la conservazione di tutta la documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento ed alle eventuali annotazioni trasmesse dal Direttore dei Lavori, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

I controlli di accettazione in cantiere:

- sono obbligatori e devono essere eseguiti a cura e sotto la responsabilità del Direttore dei Lavori;
- devono essere effettuati contestualmente alla messa in opera del FRC;
- devono essere eseguiti su provini prelevati in cantiere.

In aggiunta alle prove di accettazione richieste per la verifica di lavorabilità e di resistenza alla compressione, previste per il calcestruzzo senza fibre, per ogni miscela omogenea è obbligatorio fare almeno un prelievo di due campioni ogni 100 m<sup>3</sup> di getto, da sottoporre a prova di flessione secondo la EN 14651.

Il Direttore dei Lavori deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati al Laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere:

- natura/tipo delle fibre utilizzate;
- classi prestazionali del FRC;
- rapporto di aspetto e lunghezza delle fibre;
- data del getto.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del presente documento e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. I certificati emessi dai Laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- l'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del Committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- gli estremi del verbale di prelievo sottoscritto dal Direttore dei Lavori;
- la data di ricevimento dei campioni, di confezionamento dei provini e di esecuzione delle prove;
- la descrizione dei campioni sottoposti a prova;
- la notizia dell'eventuale presenza, al momento del confezionamento dei provini e dell'esecuzione delle prove, del Direttore dei Lavori e del Fabbrikante o di loro rappresentanti formalmente delegati;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata,
- con l'indicazione della norma di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- i valori delle grandezze misurate.

Le prove saranno eseguite dopo 28 giorni di maturazione in ambiente controllato con temperatura  $T = 20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e UR  $\geq 95\%$ , entro 45 giorni dal prelievo. Per la verifica della classe di resistenza a compressione e della classe di consistenza valgono le stesse regole previste dalle NTC per il calcestruzzo privo di fibre. Relativamente alle prove di flessione, per un numero totale di prelievi da miscela omogenea inferiore a 15, il controllo di accettazione è superato se il valore medio di  $f_{R,1}$  e  $f_{R,3}$  ( $f_{R,1m}$ ,  $f_{R,3m}$ ) rispetta tutti i requisiti di seguito indicati:

$$f_{R,1m} > 0,4 \cdot f_{ct,Lm}^f$$

$$f_{R,1m} > 1,3 \cdot f_{R,1k}$$

$$f_{R,1min} > 0,7 \cdot f_{R,1k}$$

$$f_{R,3m} > 1,3 \cdot f_{R,3k}$$

$$f_{R,3min} > 0,7 \cdot f_{R,3k}$$

ove i valori caratteristici  $f_{R,1k}$  e  $f_{R,3k}$  sono i valori nominali e si riferiscono alla classe di appartenenza dichiarata per il FRC. Per un numero totale di prelievi da miscela omogenea uguale o superiore a 15 il controllo di accettazione è superato se il valore medio di  $f_{R,1}$  e  $f_{R,3}$  ( $f_{R,1m}$ ,  $f_{R,3m}$ ) rispetta tutti i requisiti di seguito indicati:

$$f_{R,1k} > 0,4 \cdot f_{ct,Lk}^f$$

$$f_{R,1m} > f_{R,1k} + 1,48 \cdot s$$

$$f_{R,1min} > 0,7 \cdot f_{R,1k}$$

$$f_{R,3m} > f_{R,3k} + 1,48 \cdot s$$

$$f_{R,3min} > 0,7 \cdot f_{R,3k}$$

ove i valori caratteristici  $f_{R,1k}$  e  $f_{R,3k}$  sono i valori nominali e si riferiscono alla classe di appartenenza dichiarata per il FRC. Il coefficiente 1,48 è assunto in accordo con quanto indicato nella UNI EN 206:2016 per il controllo di accettazione in cantiere del calcestruzzo.

**Tabella 36: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US1: determinazione della classe di tenacità**

US1 (PONTE STORICO)					
Determinazione della classe di tenacità (travetta)					
Materiale	Volume di getto	Giorni di getto	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
i.power RIGENERA 1,5	< 100 m <sup>3</sup>	> 1	1	2	150 x 150 x 600 mm

**Tabella 37: Controllo di accettazione sul calcestruzzo C70/85 6b sulla US2: determinazione della classe di tenacità**

US2 (AMPLIAMENTO)					
Determinazione della classe di tenacità (travetta)					
Materiale	Volume di getto	Giorni di getto	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
i.power RIGENERA 1,5	< 100 m <sup>3</sup>	> 1	1	2	150 x 150 x 600 mm

#### 6.1.1.6 Controlli di prequalifica

Nel caso di impiego di impasto premiscelato è necessario eseguire, in aggiunta alle prove di accettazione descritte, ulteriori prove di prequalifica in cantiere su almeno 3 prelievi (6 provini da testare secondo UNI EN 14651:2007), realizzati dall'impresa adottando le modalità di impasto previste dal Manuale di preparazione ed installazione del prodotto. L'attività di prequalifica sarà coordinata dal Direttore dei Lavori. I provini saranno sottoposti a prova in un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001. Le prove saranno eseguite dopo 28 giorni di maturazione in ambiente controllato con temperatura  $T = 20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  e UR  $\geq 95\%$ .



La prova è superata se il valore medio di  $f_{R,1}$  e  $f_{R,3}$  ( $f_{R,1m}$ ,  $f_{R,3m}$ ) rispetta tutti i requisiti di seguito indicati:

$$f_{R,1m} > 0,4 \cdot f_{ct,Lm}^f$$

$$f_{R,1m} > 1,3 \cdot f_{R,1k}$$

$$f_{R,1min} > 0,7 \cdot f_{R,1k}$$

$$f_{R,3m} > 1,3 \cdot f_{R,3k}$$

$$f_{R,3min} > 0,7 \cdot f_{R,3k}$$

ove i valori caratteristici  $f_{R,1k}$  e  $f_{R,3k}$  sono i valori nominali e si riferiscono alla classe di appartenenza dichiarata per il FRC. La richiesta di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori. In caso di risultato negativo, il Direttore dei Lavori, dopo averne data notizia all'impresa provvede a ripetere le prove presso il Laboratorio incaricato o altro Laboratorio ufficiale o autorizzato, con la medesima miscela dichiarata, in conformità con quanto indicato nel Manuale di preparazione e di installazione del Fabbrikante. Se il risultato non fosse soddisfacente anche dopo la seconda serie di prove, il prodotto non potrà essere utilizzato e il Direttore dei Lavori assumerà le determinazioni più opportune, dandone obbligatoriamente comunicazione anche al STC. Nel caso di risultato soddisfacente delle prove di prequalifica, il controllo di accettazione procederà con le modalità descritte in precedenza.

#### 6.1.2 Acciaio per calcestruzzo armato B450C

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive. Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il § 11.3.2.3 delle NTC, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

Tabella 38: Valori di accettazione in cantiere: barre

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
$f_t/f_y$	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
$f_t/f_y$	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

*Tabella 39: Valori di accettazione in cantiere: reti e tralicci*

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	per acciai B450A e B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
$f_t/f_y$	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
$f_t/f_y$	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	$\geq$ Sez. nom. $\varnothing$ maggiore x 450 x 25%	per acciai B450A e B450C

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal fabbricante, il direttore dei lavori dispone la ripetizione della prova su 6 ulteriori campioni dello stesso diametro. Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al fabbricante nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli sistematici in stabilimento (Cfr. § 11.3.2.10.1.3 delle NTC). L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al fabbricante, nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi campioni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita. Inoltre, il direttore dei lavori deve comunicare il risultato anomalo al Servizio Tecnico Centrale. I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al § 11.3.1.4 delle NTC, rilevato sui campioni da sottoporre a prova a cura del laboratorio incaricato dei controlli. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, di ciò deve essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso dei requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di accettazione prescritti al presente paragrafo. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove da effettuarsi presso il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato delle prove di accettazione in cantiere, siano effettivamente quelli prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove contenente l'indicazione delle strutture cui si riferisce ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;

- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

*Tabella 40: Controllo di accettazione sull'acciaio B450C sulla US1*

US1 (PONTE STORICO)						
Materiale	Diametro	Tipologia	Massa	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
B450C	Ø8	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø10	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø12	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø14	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø16	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø20	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø24	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1500 mm
B450C	Ø32	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1500 mm

*Tabella 41: Controllo di accettazione sull'acciaio B450C sulla US2*

US2 (AMPLIAMENTO)						
Materiale	Diametro	Tipologia	Massa	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
B450C	Ø8	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø10	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø12	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø14	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø16	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø20	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1000 mm
B450C	Ø24	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1500 mm
B450C	Ø32	Barre	< 30 tonnellate	1	3	1500 mm

### 6.1.3 Acciaio per strutture metalliche e strutture composte S235

I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione. Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni. Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera

di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.
- Lamiere grecate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.
- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.
- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti. I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera. Questi criteri tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Tali criteri devono essere adeguatamente illustrati nella "Relazione sui controlli e sulle prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali" predisposta dal Direttore dei lavori al termine dei lavori stessi. Se un risultato è non conforme, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino. Se i tutti risultati validi della prova sono maggiori o uguali del previsto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme. Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, un ulteriore campionamento, di numerosità doppia rispetto a quanto precedentemente previsto in relazione alle varie tipologie di prodotto, deve essere effettuato da prodotti diversi del lotto in presenza del fabbricante o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Il lotto deve essere considerato conforme se i singoli risultati ottenuti sugli ulteriori provini è maggiore di accettazione. In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Per la compilazione dei certificati, per quanto applicabile, valgono le medesime disposizioni di cui al § 11.3.2.12 delle NTC.

*Tabella 42: Controllo di accettazione su elementi di carpenteria metallica in acciaio S235 sulla US1*

US1 (PONTE STORICO)					
Materiale	Profilo	Massa	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
S235	200x15	< 2 tonnellate	1	1	1000 mm

*Tabella 43: Controllo di accettazione su elementi di carpenteria metallica in acciaio S235 sulla US2*

US2 (AMPLIAMENTO)					
Materiale	Profilo	Massa	N. prelievi	N. provini	Dimensioni provini
S235	200x15	< 2 tonnellate	1	1	1000 mm

## 6.2 Prodotti ad uso strutturale aggiunti

### 6.2.1 Ancorante chimico ad iniezione topo Hilti HIT-HY 200-R

Per la qualificazione degli ancoranti per uso strutturale si applica quanto specificato al punto C) del § 11.1 delle NTC, sulla base della Linea guida di benessere tecnico europeo ETAG 001, la quale vale anche per le modalità di esecuzione delle prove di accettazione. Con riferimento alla tabella 1.1 del paragrafo 1.2 dell'Annesso E della citata Linea guida ETAG 001, riguardante le categorie minime raccomandate per la qualificazione degli ancoranti in presenza di azioni sismiche, per tutte le classi d'uso di cui al punto 2.4.2 delle presenti norme, la categoria di prestazione da soddisfare è la C2, definita nella predetta Linea guida.

Brescia, 2022-07-10

Il Progettista  
Dott. Ing. Adriano Reggia