



COMUNE DI GENAZZANO

Città Metropolitana di Roma Capitale



Intervento Finanziato dall'Unione Europea NextGenerationEU

LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA

CUP B44H20001670001

Decreto del Ministero dell'Interno e Ministero dell' Economia e delle Finanze 23/02/2021

art.1 co. 139 e seguenti della Legge 30 dicembre 2018 n.145



PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE:

Ing. Andrea Zenatello



Sviluppo e Servizi di Rizzuti Deborah sas
(Capogruppo)

**SVILUPPO E SERVIZI
di RIZZUTI DEBORAH sas**
Via Casavetere, 1 P/T
03014 Brugge (Fr) - Tel. 0775.548061
P. IVA/C. F. 02313850600



Ing. Carlo Rago

Carlo Rago

PS07

RELAZIONE SUI MATERIALI

SCALA

FORMATO

A4

DATA

2022

COMUNE DI GENAZZANO

Città Metropolitana di Roma Capitale



***LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO
NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA***

CUP B44H20001670001

- PROGETTO ESECUTIVO -

RELAZIONE SUI MATERIALI

INDICE

1. PREMESSA	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	9
3. CLASSI DI ESPOSIZIONE	11
3.1. COPRIFERRI DELLE ARMATURE	11
4. MATERIALI	12
5. CALCESTRUZZO PER USO STRUTTURALE.....	13
5.1. CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO	13
5.2. PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO	13
5.3. COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO	14
5.3.1. Leganti.....	14
5.3.2. Aggregati	14
5.3.3. Aggiunte	14
5.3.4. Additivi	15
5.3.5. Acqua di impasto	15
5.3.6. Miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzo.....	15
5.4. ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. CON CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2.....	16
5.4.1. Classe di esposizione.....	16
5.4.2. Classe di resistenza	17
5.4.3. Modalità di preparazione dei calcestruzzi.....	17
6. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.....	18
6.1. TIPO DI ACCIAIO IMPIEGATO	18
6.2. CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO	19
6.2.1. Centri di trasformazione	19
6.2.2. Saldabilità.....	20
6.3. PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO	21
6.3.1. Controlli di accettazione in cantiere.....	21

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL' AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	2

7. ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE	24
7.1. ACCIAI LAMINATI	24
7.2. ACCIAIO PER GETTI	25
7.3. ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE	25
7.4. CENTRI DI TRASFORMAZIONE	25
7.5. PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CARPENTERIA.....	26

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL' AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	3

1. PREMESSA

Il presente Progetto Esecutivo per la realizzazione delle opere di consolidamento relative all'evento franoso nell'area sovrastante Via Garibaldi e la S.P. Empolitana nel Comune di Genazzano (RM) rappresenta un aggiornamento del precedente progetto redatto su incarico di ASTRAL S.p.a. nel settembre 2020. Le ragioni della rielaborazione ed aggiornamento del presente progetto risiedono nella necessità di suddividere lo stesso in due lotti, tra loro complementari, a causa di una ridefinizione e riduzione dell'importo totale finanziabile, anch'esso suddiviso in due importi distinti. Alle sopraggiunte motivazioni di natura economica, si sommano inoltre cause di natura tecnica, che verranno di seguito esposte.

Il dissesto idrogeologico, occorso in data 25 Giugno 2011, a seguito di intense precipitazioni, ha causato il crollo di una parte del fabbricato in muratura monopiano sottostante il fronte di frana ed il danneggiamento degli edifici adiacenti, ad oggi ancora inagibili, oltre che comportare l'interruzione della viabilità sia lungo Via Garibaldi sia lungo la sottostante Strada Provinciale. Mentre la viabilità sulla Strada Provinciale è stata ripristinata, in corrispondenza di Via Garibaldi la stessa risulta ancora interdetta ed è consentito solo un passaggio pedonale.

Nel corso degli anni l'area è stata oggetto di diverse proposte di intervento relativamente alla sistemazione delle aree a rischio; tuttavia, fatta eccezione che per alcuni interventi realizzati in somma urgenza, anche a seguito della difficoltà nel reperire le necessarie risorse economiche e di alcuni ricorsi giudiziari in essere tra i proprietari degli edifici inagibili e l'Amministrazione Comunale, non si è ancora giunti alla conclusione dell'iter progettuale.

L'attuale situazione in essere non può ritenersi definitiva e necessita di una messa in sicurezza globale dell'intero versante sovrastante Via Garibaldi, nonché la demolizione dei fabbricati inagibili ed a rischio di stabilità. Una mancata realizzazione degli interventi di messa in sicurezza potrebbe comportare dei nuovi fenomeni di instabilità interessanti non solo gli edifici adiacenti e la strada di Via Garibaldi, ma provocare anche una nuova interruzione della sottostante Strada Provinciale, mettendo a rischio sia l'incolumità delle persone sia l'economia dell'intera zona, con ripercussioni su tutta la viabilità provinciale e regionale, dal momento che quest'asse viabilistico rappresenta l'unico percorso, ad eccezione di strade locali e rurali, di adduzione alla

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	4

Strada Regionale n. 155, di collegamento con la Stazione FS, con il casello autostradale di Valmontone e con gli Ospedali di Valmontone e Colleferro.

Il Progetto Esecutivo, di seguito descritto, ha quindi lo scopo di mettere in sicurezza l'intero versante sovrastante Via Garibaldi, provvedendo al risanamento ambientale dei luoghi, ed è stato aggiornato tenendo conto di tutte le diverse ipotesi progettuali avanzate dai diversi soggetti nel corso degli anni, nonché delle campagne di indagine già effettuate ed integrate con appositi nuovi rilievi e sopralluoghi, riguardanti in particolare le grotte con accesso su Via Empolitana, i quali hanno evidenziato criticità legate alla necessità di transitare con mezzi pesanti al di sopra delle stesse per l'esecuzione delle lavorazioni.

L'approccio progettuale delle opere rappresenta una valida soluzione pensabile tra i possibili interventi per la messa in sicurezza del versante e le migliori tecnologie ad oggi disponibili per la mitigazione dell'impatto paesaggistico.

L'intervento è stato finanziato nell'ambito del contributo di cui al Decreto del Ministero degli interni di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze del 23.02.2021 ai sensi della Legge n. 145/18 art. 1 comma 139 e seguenti, a favore del Comune di Genazzano (RM).

A seguito della decisione di esecuzione del Consiglio UE – ECOFIN, del 13 luglio 2021, recante l'Approvazione della Valutazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza dell'Italia, in data 31 luglio 2021 è entrata in vigore la Legge n. 108/2021 di conversione del decreto-legge n. 77/2021, che ha individuato le misure di applicazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Successivamente, il Ministero dell'Economia delle Finanze ha emanato, in data 6 agosto 2021 (pubblicato sulla G.U. n. 229 del 24 settembre 2021), il Decreto Ministeriale con il quale sono state assegnate le risorse finanziarie previste per l'attuazione dei singoli interventi del PNRR alle Amministrazioni titolari del contributo.

In particolare, è affidata al Ministero dell'Interno la **Missione 2: rivoluzione verde e transizione ecologica; Componente c4: tutela del territorio e della risorsa idrica; Investimento 2.2: interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei comuni**, all'interno della quale sono confluite le linee di intervento di cui all'art.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	5

1 comma 139 e ss. della Legge n. 145/2018, e di cui all'art. 1, commi 29 e ss. della Legge n.160/2019.

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021) stabilisce che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio di “non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali”. Tale vincolo si traduce in una valutazione di conformità degli interventi al principio del “Do No Significant Harm” (DNSH), con riferimento al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili indicato all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852.

Il principio DNSH, declinato sui sei obiettivi ambientali definiti nell'ambito del sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili, ha lo scopo di valutare se una misura possa o meno arrecare un danno ai sei obiettivi ambientali individuati nell'accordo di Parigi (Green Deal europeo). In particolare, un'attività economica arreca un danno significativo:

- ✓ alla mitigazione dei cambiamenti climatici, se porta a significative emissioni di gas serra (GHG);
- ✓ all'adattamento ai cambiamenti climatici, se determina un maggiore impatto negativo del clima attuale e futuro, sull'attività stessa o sulle persone, sulla natura o sui beni;
- ✓ all'uso sostenibile o alla protezione delle risorse idriche e marine, se è dannosa per il buono stato dei corpi idrici (superficiali, sotterranei o marini) determinandone il loro deterioramento qualitativo o la riduzione del potenziale ecologico;
- ✓ all'economia circolare, inclusa la prevenzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti, se porta a significative inefficienze nell'utilizzo di materiali recuperati o riciclati, ad incrementi nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali, all'incremento significativo di rifiuti, al loro incenerimento o smaltimento, causando danni ambientali significativi a lungo termine;
- ✓ alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento, se determina un aumento delle emissioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo;

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	6

- ✓ alla protezione e al ripristino di biodiversità e degli ecosistemi, se è dannosa per le buone condizioni e resilienza degli ecosistemi o per lo stato di conservazione degli habitat e delle specie, comprese quelle di interesse per l'Unione europea.

Il Regolamento e gli Atti delegati della Commissione del 4 giugno 2021 descrivono i criteri generali affinché ogni singola attività economica non determini un “danno significativo”, contribuendo quindi agli obiettivi di mitigazione, adattamento e riduzione degli impatti e dei rischi ambientali; ovvero per ogni attività economica sono state raccolti i criteri cosiddetti DNSH.

In base a queste disposizioni gli investimenti e le riforme del PNRR non devono, per esempio:

- ✓ produrre significative emissioni di gas ad effetto serra, tali da non permettere il contenimento dell’innalzamento delle temperature di 1,5 C° fino al 2030. Sono pertanto escluse iniziative connesse con l’utilizzo di fonti fossili;
- ✓ essere esposte agli eventuali rischi indotti dal cambiamento del Clima, quali ad es. innalzamento dei mari, siccità, alluvioni, esondazioni dei fiumi, nevicate abnormi;
- ✓ compromettere lo stato qualitativo delle risorse idriche con una indebita pressione sulla risorsa;
- ✓ utilizzare in maniera inefficiente materiali e risorse naturali e produrre rifiuti pericolosi per i quali non è possibile il recupero;
- ✓ introdurre sostanze pericolose, quali ad es. quelle elencate nell’Authorization List del Regolamento Reach;
- ✓ compromettere i siti ricadenti nella rete Natura 2000.

In funzione di ciò l’obiettivo del seguente progetto è quello di indirizzare gli interventi finanziati e lo sviluppo delle riforme verso le ipotesi di conformità o sostenibilità ambientale previste, coerentemente sia con quanto riportato nelle valutazioni DNSH che con l’obiettivo di *Messa in sicurezza del territorio a rischio idrogeologico*.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL’ AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	7

L'incarico della Progettazione in esame è stato affidato allo scrivente che basandosi sulle necessarie indagini e dopo aver condotto studi propedeutici, ha ottemperato alla realizzazione del progetto allegato, in forma di relazioni tecniche specialistiche ed elaborati grafici.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL' AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	8

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le verifiche relative alle opere dell'intervento in esame sono state condotte secondo quanto prescritto dalle seguenti Normative:

- Legge n.1086 del 5 novembre 1971 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge 2/2/74 n. 64 “Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche”.
- D.M. LL.PP. 11 Maggio 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche relative a: Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.
- Circ. Min LL.PP., 15 ottobre 1996, n. 252 “Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M.LL.PP. 9 gennaio 1996”.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 n°65/AA.GG. “Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996”.
- Ordinanza n° 3274 del 20 Marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica.
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.
- Ordinanza n° 3379 del 5 Novembre 2004 “Disposizioni urgenti di Protezione civile”.
- Ordinanza n° 3431 del 3 Maggio 2005.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	9

- Ordinanza n° 3452 del 1 Agosto 2005.
- Ordinanza n° 3467 del 13 Ottobre 2005.
- D.M. del 14/09/2005 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- UNI EN 206-1, 2006, “Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104, 2004, Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- D.M. del 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 Istruzioni per le applicazioni delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- D.G.R. della regione Lazio n. 387 del 22.05.2009 “Nuova classificazione sismica della regione Lazio”.
- D.G.R. della regione Lazio n. 835 del 03.11.2009 “Rettifica all'allegato 1 della D.G.R. 387/09”.
- Regolamento regione Lazio concernente “Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica omissis ” DGR n. 375 del 05.07.2016.
- Regolamento Regionale 14/2016 Regione Lazio “Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del Regolamento regionale 7 febbraio 2012, n. 2 (Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico) e successive modifiche”.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBOLDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	10

3. CLASSI DI ESPOSIZIONE

Nelle norme EN206-1 e UNI 11104 sono indicate, in base alle condizioni prevalenti della struttura, le classi di esposizione ambientale con le caratteristiche minime che deve avere il calcestruzzo.

Per le strutture di progetto, data la loro funzione e le condizioni ambientali in cui verranno realizzate si prevedono le seguenti classi di esposizione:

- magrone di fondazione classe di esposizione XC0;
- muri in elevazione classe di esposizione XC2.

3.1. COPRIFERRI DELLE ARMATURE

Per i pali in cemento armato è previsto un copriferro nominale pari a 50 mm.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	11

4. MATERIALI

Requisiti dei materiali – Caratteristiche meccaniche

Elementi in calcestruzzo (magrone di fondazione) con classe di esposizione XC0:

Calcestruzzo classe C 12/15

- ☞ Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione $R_{ck} = 150 \text{ N/mm}^2$
- ☞ Peso di volume $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Elementi strutturali in c.a. (muri in elevazione) con classe di esposizione XC2:

Calcestruzzo classe C 28/35

- ☞ Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione $R_{ck} = 350 \text{ N/mm}^2$
- ☞ Modulo di elasticità normale $E_{cm} = 22000 \cdot ((f_{ck} + 8)/10)^{0.3} = 32588 \text{ N/mm}^2$
- ☞ Peso di volume $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche meccaniche calcestruzzo

- ☞ $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
- ☞ $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 16.46 \text{ N/mm}^2$
- ☞ $f_{ctm} = 0.30 \cdot (f_{ck})^{(2/3)} = 2.83 \text{ N/mm}^2$
- ☞ $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.98 \text{ N/mm}^2$
- ☞ $f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.40 \text{ N/mm}^2$

Acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata tipo B 450 C laminato a caldo controllato in stabilimento:

- Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico (secondo EC2) $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$
- Rapporto tra resistenza e tensione di snervamento $1,13 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$
- Coefficiente di sicurezza parziale $\gamma_s = 1.15$
- Tensione di Snervamento di calcolo $f_{yd} = 391 \text{ MPa}$
- Deformazione di snervamento di calcolo $\epsilon_{syd} = 1.96 \%$
- Deformazione limite allo SLU $\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk}$ $\epsilon_{syd} = 6.75 \%$

Per le reti elettrosaldate si userà lo stesso acciaio B450 C.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	12

5. CALCESTRUZZO PER USO STRUTTURALE

In questo paragrafo si riportano le prescrizioni comuni a tutti i calcestruzzi previsti in progetto.

5.1. CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- *Valutazione preliminare della resistenza*; serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- *Controllo di produzione*; riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- *Controllo di accettazione*; riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.
- *Prove complementari*; sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Tutte queste fasi devono essere svolte ai sensi delle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*.

5.2. PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Il Direttore dei lavori dovrà ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo ai sensi della normativa vigente ed è tenuto a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi.

Devono comunque essere effettuate le prove di accettazione alle quali si è fatto riferimento in precedenza.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	13

5.3. COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

5.3.1. Leganti

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

5.3.2. Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente tabella.

Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

L'eventuale utilizzo di aggregati grossi provenienti da riciclo deve essere effettuato in conformità alle Norme Tecniche allegate al D.M. 2018.

Gli aggregati impiegati saranno comunque conformi alle norme UNI 8520-1:2015

5.3.3. Aggiunte

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	14

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1:2012. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2016 ed UNI 11104:2016.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1:2009.

5.3.4. Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2:2012.

5.3.5. Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

5.3.6. Miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzo

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

I materiali e prodotti per uso strutturale, ai sensi delle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*, devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati* sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	15

5.4. ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. CON CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2

Gli elementi strutturali caratterizzati dalla classe di esposizione XC2 sono i seguenti:

- Muri di sostegno a gravità in elevazione;

Per la realizzazione di tali elementi si prevede un calcestruzzo avente le caratteristiche riportate in seguito:

5.4.1. Classe di esposizione

Il requisito di durabilità si ritiene soddisfatto se la struttura, sottoposta alle azioni tipiche dell'ambiente in cui si trova e soggetta ad ordinaria manutenzione, è in grado di continuare a fornire per tutta la vita utile del progetto le prestazioni per la quale è stata progettata e realizzata.

Al fine di garantire la durabilità delle strutture, la classe di resistenza del calcestruzzo è scelta in funzione dell'aggressività dell'ambiente secondo quanto prescritto nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206:2016 ed UNI 11104:2016.

Le condizioni ambientali di impiego degli elementi strutturali richiamati precedentemente ricadono nella classe XC2 "corrosione per carbonatazione" – prevalentemente acquoso o saturo d'acqua – raramente secco – da cui si fissano le caratteristiche del calcestruzzo secondo il seguente prospetto estrapolato dalle linee guida sopra citate:

prospetto 5

Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI 11104:2016

Classi di esposizione																		
Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico			
					Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti										
	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3					
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45			
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)											b)	4,0 a)						
Altri requisiti					E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza ai UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati. c)				

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CENrS 12390 -9, UNI CENrR 15177 0 UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. 11 valore minima di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dopper >20mm; per Dopper inferiori limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dopper tra 12 mm e 16 mm). Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.

c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescritta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.

d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minimo di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	16

5.4.2. Classe di resistenza

Alla luce di quanto esposto nel paragrafo che precede si adotterà comunque un calcestruzzo con classe di resistenza C28/35 le cui caratteristiche meccaniche sono riportate nella seguente tabella:

CLS	C 28/35	classe di resistenza
R_{ck}[N/mm²]	35	resistenza cubica caratteristica
f_{ck}[N/mm²]	29,05	resistenza cilindrica caratteristica
f_{cd}[N/mm²]	16,46	resistenza cilindrica di progetto
f_{cm}[N/mm²]	37,05	resistenza media cilindrica caratteristica
f_{icm}[N/mm²]	2,83	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}[N/mm²]	1,98	resistenza caratteristica a trazione del cls
f_{icd}[N/mm²]	1,41	resistenza a trazione di progetto del cls
E_{cm}[N/mm²]	32588,1	modulo elastico
f_{bk}[N/mm²]	4,88	Tensione tangenziale caratt. di aderenza acciaio-cla
f_{bd}[N/mm²]	3,25	Tensione tangenziale di aderenza acciaio-cla di progetto
s_c [N/mm²]	19,92	Tensione massima di compressione nelle condizioni di esercizio per combinazione rara
s_c[N/mm²]	14,94	Tensione massima di compressione nelle condizioni di esercizio per combinazione quasi permanente

Per le opere realizzate con tale classe di resistenza si prevede una classe di consistenza del calcestruzzo S4 cui corrisponde uno Slump di 160-210 mm. Il massimo diametro dell'inerte impiegato sarà pari a 15 mm e copriferro 50 mm per i pali in c.a. mentre per tutti gli altri elementi in c.a. 40 mm, salvo diverse indicazioni riportate nei disegni esecutivi.

5.4.3. Modalità di preparazione dei calcestruzzi

I calcestruzzi utilizzati saranno preparati utilizzando sabbia di fiume e ghiaia di cava. La sabbia sarà viva, assortita con grani di dimensioni fra 0 e 3 mm, formata da elementi resistenti e non gelivi. La ghiaia conterrà elementi assortiti con elementi fino a 15 mm resistenti, non gelivi e non friabili. Tutti gli elementi dovranno essere privi di impurità di tipo terroso, organico o salino (in particolare non dovranno essere presenti limo, argille, materie organiche, terreni vegetali, residui di carbone solfati ecc.)

Il cemento utilizzato è del tipo 42.5R, con dosaggio minimo di 340 kg/m³ ai sensi delle citate norme UNI sul calcestruzzo. Il rapporto a/c, sempre nel rispetto delle medesime norme, è pari a 0.5.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBOLDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	17

6. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati e controllati con le modalità riportate nella normativa vigente.

6.1. TIPO DI ACCIAIO IMPIEGATO

Nel presente progetto è previsto l'utilizzo di acciaio saldabile per cemento armato B450C secondo UNI EN 10080:2005, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²

Il suddetto acciaio deve anche rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12\ mm$ $12 \leq \phi \leq 16\ mm$ per $16 < \phi \leq 25\ mm$ per $25 < \phi \leq 40\ mm$	4 ϕ 5 ϕ 8 ϕ 10 ϕ	

Riguardo al diametro minimo del mandrino per evitare danni all'armatura vale quanto stabilito dalla Norma Uni EN 1992-1-1:2015.

Inoltre:

<i>Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})</i>	450 N/mm ²
<i>Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale (γ_i)</i>	1.15
<i>Tensione caratteristica di rottura (f_{tk})</i>	540 N/mm ²
<i>Resistenza di calcolo (f_{yd})</i>	391.30 N/mm ²
<i>Tensione di calcolo di aderenza acciaio-calcestruzzo (f_{bd})</i>	2.70 N/mm ²

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	18

<i>Modulo elastico normale (E)</i>	210000 N/mm ²
<i>Coefficiente di Poisson (ν)</i>	0.30
<i>Peso Specifico</i>	7850 kg/m ³
<i>Coefficiente di dilatazione termica</i>	12x10 ⁻⁶ °C

6.2. CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e per la documentazione di accompagnamento delle forniture valgono le indicazioni della normativa vigente.

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti esposti in precedenza.

6.2.1. Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, ad esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera.

Per le specifiche riguardanti le lavorazioni ivi eseguite si rimanda alle *Norme Tecniche allegata al D.M. 2018*.

Si ricorda, comunque, che ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBOLDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	19

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

6.2.2. Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata, e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, devono soddisfare le limitazioni riportate nella tabella seguente dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	20

6.3. PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO

Le vigenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

Le tre forme di controllo indicate devono soddisfare le prescrizioni contenute nelle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*; tuttavia, nel seguito, sono riportate alcune specifiche relative ai controlli di accettazione in cantiere, relative sia a barre e rotoli che a reti e tralicci elettrosaldati:

6.3.1. Controlli di accettazione in cantiere

Barre e rotoli

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico descritte per i controlli sistematici in stabilimento, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, 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 nella tabella seguente:

Tabella: Valori di accettazione per acciaio B450C

Caratteristica	Valore limite	NOTE
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450 x (1,25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	21

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di 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 di tutti i requisiti previsti in normativa, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione 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 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.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da 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

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBOLDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	22

sprovvisi 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.

Reti e tralicci elettrosaldati

Anche in questo caso i controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBOLDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	23

7. ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025:2005 (per i laminati), UNI EN 10210:2006 (per profili cavi senza saldatura) UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), UNI 1090-1:2012 recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 delle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = ReH$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

In sede di progettazione si assumono i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210.000 \quad \text{N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \quad \text{N/mm}^2$
- coefficiente di *Poisson* $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
(per temperature fino a 100 °C)
- densità $\rho = 7850 \quad \text{kg/m}^3$

7.1. ACCIAI LAMINATI

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U.

Prodotti piani

- lamiere e piatti;

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBOLDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	24

- nastri.

Profilati cavi

- tubi prodotti a caldo.

Prodotti derivati

- travi saldate (ricavate da lamiera o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiera grecate (ricavate da nastri a caldo).

7.2. ACCIAIO PER GETTI

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293:2015.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

7.3. ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE

Gli acciai per strutture saldate devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1 delle Norme Tecniche 2018.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

L'intero processo di saldatura deve rispettare le prescrizioni contenute nel punto 11.3.4.5 delle Norme Tecniche 2018.

7.4. CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Si definiscono Centri di trasformazione, nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica, i centri di produzione di lamiera grecate e profilati formati a freddo, i centri di prelavazione di

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBOLDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	25

componenti strutturali, le officine di produzione di carpenterie metalliche, le officine di produzione di elementi strutturali di serie e le officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Per le specifiche riguardanti le lavorazioni ivi eseguite si rimanda alle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*.

Si ricorda, comunque, che ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- c) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- d) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

7.5. PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CARPENTERIA

Le vigenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

Le tre forme di controllo indicate devono soddisfare le prescrizioni contenute nelle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*; tuttavia, nel seguito, sono riportate alcune specifiche relative ai controlli di accettazione in cantiere.

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le indicazioni della vigente normativa, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	26

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione 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 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.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono disposizioni fornite dalle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
LAVORI DI SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA IDROGEOLOGICO NELL'AREA TRA VIA GARIBALDI E VIA EMPOLITANA	PS07	00	2022	27