



Parco Nazionale del Gran Paradiso
via della Rocca 47
10123 Torino
tel. 011 8606211
fax. 011 8121305
www.pngp.it

C.F. 80002210070
P. IVA. 03613870017

PROGETTO PER UN CENTRO VISITATORI NEL PARCO NAZIONALE GRAN PARADISO A CAMPIGLIA SOANA

LOCALIZZAZIONE

ITALIA	REGIONE PIEMONTE	PROVINCIA DI TORINO	COMUNE DI VALPRATO SOANA
--------	------------------	---------------------	--------------------------

PROGETTO ESECUTIVO _ PRIMO LOTTO FUNZIONALE

OGGETTO DELL'ELABORATO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - OPERE STRUTTURALI

CODICE ELABORATO

DS04_CAMPIGLIA_ES1_0

SCALA

-

DATA

13.11.09

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DIS.TO	REV.TO	APP.TO
00	13.11.09	EMISSIONE	-	-	-

D8

COMMESSA

CMP_09

FILE

DS04_CAMPIGLIA_ES1_0

DATI PROGETTISTI

Architetto Hermann Kohllöffel Mandatario

Mandanti:

ing. Giuseppe Bongiorno
consulente strutture: Ingeo Associati, ing. Riccardo Sampietro

arch. Benedetto Camerana

Golder Associates srl - Metec&Saggese
ing. Salvatore Calì Quaglia - ing. Margherita Converso

arch. Alessandro Rigazio

arch. Andrea Tonin

TIMBRI - FIRME



DIRITTI D'AUTORE RISERVATI

UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Responsabile del Procedimento: arch. Elio Tompetrini
Responsabile dell'Ufficio Tecnico: arch. Barbara Rosai

FIRMA

Il presente documento si articola in tre parti. La PARTE 1 per gli aspetti generali dell'appalto, la PARTE 2 per la definizione tecnica delle opere, la PARTE 3 per le modalità di esecuzione.

I due capi comprendono rispettivamente i seguenti argomenti:

PARTE 1: l'oggetto dell'appalto

PARTE 2: l'elenco e le caratteristiche principali delle opere da realizzare, le indicazioni sul contesto dell'intervento, gli standard prestazionali, le definizioni delle opere suddivise per lavorazione:

- la descrizione sintetica delle opere da realizzare;
- i dati tecnici fondamentali delle opere;
- le prescrizioni di carattere generale e particolare comprendenti le indicazioni peculiari per il caso in esame.
- la localizzazione della lavorazione (indicativa e non esaustiva).

PARTE 3: i requisiti di accettazione di materiali e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavorazione.

INDICE

PARTE I.....	6
<i>CAPITOLO 1 - OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO</i>	<i>6</i>
1.1 Oggetto dell'appalto.....	6
1.2 Descrizione dei lavori.....	6
1.3 Forma e principali dimensioni delle opere	6
1.4 Localizzazione dell'intervento di progetto	7
1.5 Variazioni alle opere progettate.....	9
1.6 Osservanza di leggi e di norme tecniche	9
PARTE II	13
<i>CAPITOLO 2 - PRINCIPALI OPERE DA REALIZZARE.....</i>	<i>13</i>
2.1 Cantierizzazione	14
2.2 Movimenti terra.....	14
2.3 Smaltimento materiale di scavo e di demolizione	19
2.4 Opere in c.a.....	19
2.4.1 Conglomerato cementizio armato.....	20
2.4.2 Casserature	21
2.5 Opere in acciaio.....	21
2.5.1 Travi centinate	21

2.5.2	Carpenteria di facciata.....	22
2.5.3	Tipologia di acciaio	22
2.6	Legno lamellare	23
2.7	Controlli di accettazione e collaudo	24
PARTE III	25
<i>CAPITOLO 3 - MATERIALI E PRODOTTI</i>	<i>.....</i>	<i>25</i>
3.1	NORME SULL'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	25
3.1.1	Requisiti e accettazione	25
3.1.2	Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali	25
3.1.3	Impiego di materiali o componenti di minor pregio.....	25
3.1.4	Materiali riciclati	26
3.1.5	Norme di riferimento.....	26
3.1.6	Provvista dei materiali.....	26
3.1.7	Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto	26
3.1.8	Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche.....	27
3.1.9	Materiali di risulta	27
3.1.10	Sostituzione di materiali o impianti previsti.....	27
3.2	Prescrizioni generali per prodotti strutturali.....	28
3.2.1	Identificazione e certificazione.....	28
3.2.2	Prove sperimentali	28
3.2.3	Procedure di controllo di produzione in fabbrica	28
3.2.4	Certificato d'accettazione	29
3.3	Materiali per rilevati, reinterri e sottofondi	29
3.3.1	Materiale per rilevati	29
3.3.2	Materiale per reinterri.....	30
3.4	Componenti del conglomerato cementizio	30
3.4.1	Leganti per opere strutturali	30
3.4.2	Aggregati	34
3.4.3	Aggiunte	38
3.4.4	Additivi.....	39
3.4.5	Acqua di impasto.....	44
3.4.6	Classi di resistenza del conglomerato cementizio	45
3.5	Acciaio per cemento armato	46
3.5.1	Requisiti principali	46
3.5.2	Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio.....	47
3.5.3	Prescrizioni specifiche per Acciaio da cemento armato	52
3.5.4	Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre	58
3.5.5	<i>Norme di riferimento</i>	63
3.6	Acciaio per strutture metalliche.....	63
3.6.1	Generalità	63
3.6.2	Acciaio laminato.....	64

3.6.3	Acciaio COR-TEN	66
3.6.4	Acciaio per strutture saldate	67
3.6.5	Bulloni e Chiodi	68
3.6.6	Procedure di controllo su acciai da carpenteria	69
3.6.7	Norme di riferimento	80
3.7	Materiali e prodotti in legno per usi strutturali	83
3.7.1	Generalità	83
3.7.2	Legno massiccio	85
3.7.3	Legno lamellare incollato	88
3.7.4	Adesivi	89
3.7.5	Elementi meccanici di collegamento	90
3.7.6	Durabilità del legno e derivati	91
3.7.7	Procedure di qualificazione e accettazione del legno	92
<i>CAPITOLO 4 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE</i>		<i>97</i>
4.1	Scavi e sbancamenti	97
4.1.1	Generalità	97
4.1.2	Ricognizione	97
4.1.3	Viabilità nei cantieri	97
4.1.4	Splateamento e sbancamento	98
4.1.5	Scavo a sezione obbligata	98
4.1.6	Impiego di esplosivi	99
4.1.7	Deposito di materiali in prossimità degli scavi	99
4.1.8	Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi	99
4.1.9	Smacchiamento dell'area	100
4.1.10	Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione	100
4.1.11	Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi	100
4.1.12	Riparazione di sottoservizi	100
4.2	Rilevati e rinterri	100
4.3	Fondazioni	101
4.3.1	piano di fondazione	101
4.3.2	Magrone	102
4.4	Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo	102
4.4.1	Calcestruzzo per strutture in c.a. normale	102
4.5	Realizzazione di giunti stagni per strutture in c.a.	112
4.5.1	Giunti di ripresa di getto	112
4.5.2	giunti verticali	112
4.6	Armature degli elementi strutturali in C.A.	112
4.6.1	Controllo del peso e della sezione	112
4.6.2	Giunzioni e saldature	113
4.6.3	Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.	113
4.6.4	Armature minime degli elementi strutturali in c.a.	114
4.7	Regole di esecuzione per le strutture in acciaio	116

4.7.1	Composizione degli elementi strutturali.....	116
4.7.2	Unioni a taglio con bulloni normali.....	117
4.7.3	Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza	117
4.7.4	Unioni saldate.....	118
4.7.5	Unioni per contatto.....	119
4.7.6	Piastre od apparecchi di appoggio.....	120
4.7.7	Travi a parete piena e reticolari	120
4.8	Esecuzione di strutture in legno	123
4.8.1	Generalità	123
4.8.2	Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione.....	124
<i>CAPITOLO 5 - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI....</i>		<i>127</i>
5.1	Prove sui rilevati.....	127
5.2	Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio	127
5.2.1	Resistenza caratteristica.....	127
5.2.2	Controlli di qualità del conglomerato.....	128
5.2.3	Valutazione preliminare della resistenza caratteristica	128
5.2.4	Controllo di accettazione.....	129
5.2.5	Prove complementari.....	131
5.2.6	Prelievo ed esecuzione della prova a compressione.....	132
5.3	Controlli sul calcestruzzo fresco	136
5.3.1	Prove per la misura della consistenza.....	136
5.3.2	Controllo della composizione del calcestruzzo fresco	138
5.3.3	Determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata (Bleeding)	138
5.4	Rilevazione del copriferro	139
5.5	Metodi di prova per acciaio per cemento armato	139
5.6	Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio.....	139
5.6.1	Generalità	139
5.6.2	Personale di saldatura.....	140
5.6.3	Modalità di esecuzione delle saldature.....	140
5.6.4	Controllo di qualità delle strutture saldate.....	140
5.6.5	Difetti delle saldature	142
5.6.6	Controlli non distruttivi.....	144
5.6.7	Strutture bullonate	150
5.7	Controllo sulle strutture in legno massiccio e lamellare.....	153
5.7.1	Prove.....	153
5.7.2	Controlli non distruttivi.....	153
<i>CAPITOLO 6 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI</i>		<i>156</i>
6.1	Movimenti di materia	156
6.1.1	Scavi di sbancamento	156
6.1.2	Scavi di fondazione o in trincea	156
6.1.3	Oneri aggiunti per gli scavi	157
6.1.4	Misurazione degli scavi.....	157

6.1.5	Rilevati	158
6.1.6	Rinterri.....	158
6.1.7	Preparazione del piani di posa dei rilevati.....	158
6.1.8	Riempimento con misto granulare.....	159
6.2	Opere in conglomerato cementizio.....	159
6.2.1	Calcestruzzi	159
6.2.2	Acciaio per armature e reti elettrosaldate	159
6.2.3	Solai.....	159

PARTE I

CAPITOLO 1 - OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO

1.1 OGGETTO DELL'APPALTO

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per eseguire e dare completamente ultimati i lavori di costruzione dell' edificio del Centro di Visita di Campiglia Soana.

L'intervento rappresenta il primo lotto funzionale per la realizzazione del Centro visita che si compone di un secondo lotto funzionale relativo alle sistemazioni esterne ed agli allestimenti.

1.2 DESCRIZIONE DEI LAVORI

I lavori che formano l'oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite alla Direzione dei Lavori.

Gli interventi principalmente riguardano:

la realizzazione di un piano seminterrato nel quale si trovano i locali tecnici, i depositi, un ufficio, un alloggio per il custode;

un piano terreno realizzato controterra sul lato a monte, avvolto da una “scocca” in legno che funge la copertura e tamponato da superfici vetrate sui lati corti.

1.3 FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

La forma e le dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'appalto, risultano dai disegni allegati al contratto, che dovranno essere redatti in conformità alle norme UNI vigenti in materia. Inoltre per tutte le indicazioni di grandezza presenti sugli elaborati di progetto ci si dovrà attenere alle norme UNI CEI ISO 1000 e UNI CEI ISO 31 nonché alla norma UNI 4546.

Ai fini di una panoramica sugli interventi da realizzare e sulle scelte progettuali si riportano alcune sintetiche indicazioni, rimandando per i dovuti approfondimenti agli altri elaborati e relazioni che compongono il progetto esecutivo.

Opere strutturali edili in C.A.

L'opera si trova su terreno scosceso. Le strutture in cemento armato verticali controterra realizzano una serie di terrazzamenti successivi che sviluppano la volumetria seminterrata dell'edificio.

Opere di carpenteria metallica e in legno

Al di sopra del piano realizzato a quota 0,00 (1383 s.l.m.) si sviluppa in senso perpendicolare alla pendenza del terreno una forma tubolare realizzata con struttura mista acciaio-legno che risulta essere la grossa orditura della copertura.

Il manto di copertura

Sulla grossa orditura è realizzato un pacchetto di copertura in legno con sistema di isolamento termo acustico in fibre naturali rivestito da sistema impermeabilizzante in propilene multistrato. Questo pacchetto è completato da una pannellatura ad elementi intelaiati a sostegno di un manto in scandole di larice. Intervallato nel manto di copertura vengono realizzate le superfici finestrate e pannelli di elementi fotovoltaici.

Facciate esterne.

A chiusura del sistema ligneo di copertura vengono realizzate due ampie facciate vetrate nelle quali si trovano anche gli accessi principali del piano superiore dell'edificio. Queste facciate sono in opera serramentale di legno e risultano intelaiate da guide metalliche portanti che realizzano il telaio di sostegno delle parti più periferiche della copertura.

Al piano seminterrato l'unica facciata si sviluppa con muratura cassavuota intervallata da porte, porte finestre in legno e vetro e da porte in metallo.

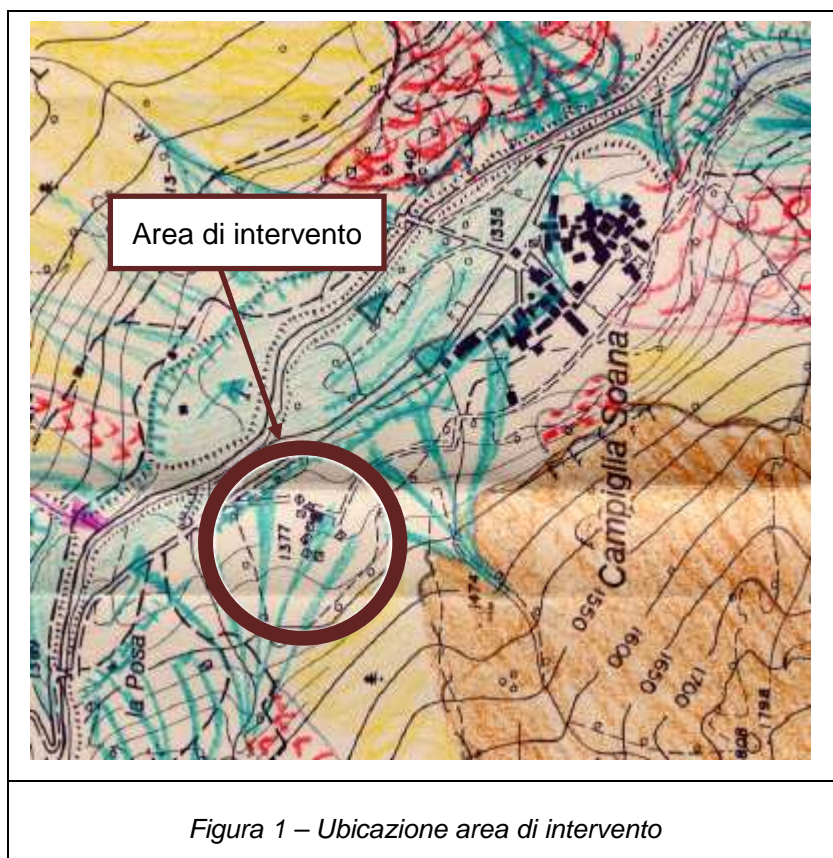
Opere di finitura

L'edificio presenta disparate finiture al piano superiore. Per le pavimentazioni principalmente la resina e il gres ceramico; per i muri, intonaco tinteggiato; a soffitto principalmente il cartongesso e la perlinatura in legno.

Al piano inferiore le finiture dei locali nobili sono per le pavimentazioni in gres, legno; per le pareti in intonaco tinteggiato; per il soffitto in intonaco e cartongesso; per i locali tecnici ed i depositi al pavimento in battuto di cemento, rasatura e tinteggiatura per pareti e soffitto.

1.4 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO DI PROGETTO

L'area sulla quale sorgerà il nuovo Centro di Visita è situata nel Comune di Campiglia Soana frazione di Valprato Soana.



In particolare l'area oggetto di studio, sita alla quota media di **1350 m s.l.m.** **L'area si trova quindi in alta montagna ed è raggiungibile solo con mezzi idonei e di modesta dimensione.** Nei prezzi dell'appalto sono compresi compensati tutti i maggiori oneri derivanti dall'altitudine e dalla difficoltosa accessibilità del sito.

Per la caratterizzazione geomorfologica dell'area si rimanda alla relazione geologica del dott. Quagliolo. Di seguito si riporta la composizione litostratigrafica del sottosuolo emersa alle indagini.

Descrizione	Potenza media
1. Terreno vegetale con abbondante componente grossolana	0.4 m
2. Depositi di conoide alluvionale con abbondante componente detritica grossolana di pezzatura fino a metrica poco arrotondata in scarsa matrice sabbioso-limosa, di colore bruno	1.5 m
3. Appaiono grossi blocchi di dimensione plurimettrica, caratterizzati da mutuo incastro, che l'escavatore non riesce a liberare completamente	Fondo scavo

1.5 VARIAZIONI ALLE OPERE PROGETTATE

La Stazione Appaltante si riserva la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, sia all'atto della consegna dei lavori sia in sede di esecuzione, quelle varianti che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel Capitolato Generale d'Appalto dei Lavori Pubblici approvato con D.M. 145/2000 e nel presente Capitolato Speciale.

Dovranno essere comunque rispettate le disposizioni di cui al D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163 e s.m.i..

Non sono considerati varianti e modificazioni gli interventi disposti dalla Direzione dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio e che siano contenuti entro un importo non superiore al 5% per tutti i lavori delle categorie dell'appalto, sempreché non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Sono considerate varianti, e come tali ammesse, quelle in aumento o in diminuzione finalizzate al miglioramento dell'opera od alla funzionalità, che non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute ed imprevedibili al momento della stipula del contratto.

L'importo di queste varianti non può comunque essere superiore al 5% dell'importo originario e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.

Se le varianti derivano da errori od omissioni del progetto esecutivo ed eccedono il quinto dell'importo originario del contratto, si dovrà andare alla risoluzione del contratto ed alla indizione di una nuova gara, alla quale dovrà essere invitato a partecipare l'aggiudicatario iniziale.

La risoluzione darà luogo al pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% dei lavori non eseguiti calcolato fino all'ammontare dei 4/5 dell'importo del contratto.

1.6 OSSERVANZA DI LEGGI E DI NORME TECNICHE

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato valgono le norme, le disposizioni ed i regolamenti appresso richiamati.

C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 - Istruzioni sull'impiego delle tubazioni in acciaio saldate nella costruzione degli acquedotti.

C.M. 7 gennaio 1974, n. 11633 - Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.

Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

C.M. 2 dicembre 1978, n. 102 - Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare.

C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049 - Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.

D.M. 12 dicembre 1985 - Norme tecniche relative alle tubazioni.

C.M. 20 marzo 1986, n. 27291 - D.M. 12 dicembre 1985. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.

D.M. 20 novembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

D.M. 11 marzo 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.

Legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati.

C.M. 16 marzo 1989, n. 31104 - Legge 2 febbraio 1974, n. 64 - art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

D.M. 14 giugno 1989, n. 236 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche.

Legge 5 marzo 1990, n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti.

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 - Nuovo codice della strada.

D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione.

D.M. 9 maggio 2003, n. 156 - Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246.

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 - Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

D.M. 8 gennaio 1997, n. 99 - Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.

C.M. 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.

Dir.P.C.M. 3 marzo 1999 - Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici.

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC - Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione.

C.M. 7 maggio 2001, n. 161/318/10 - Norme tecniche per la fabbricazione di tubi destinati alla costruzione di condotte per l'acqua - D.M. 12 dicembre 1985 – Chiarimenti.

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

D.M. 8 maggio 2003, n. 203 - Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

D.M. 6 aprile 2004, n. 174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

Legge 14 maggio 2005, n. 80 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge n. 35 del 2005, recante disposizioni urgenti nell'ambito del Piano di azione per lo sviluppo economico, sociale e territoriale. Deleghe al Governo per la modifica del codice di procedura civile in materia di processo di cassazione e di arbitrato nonché per la riforma organica della disciplina delle procedure concorsuali (competitività).

D.M. 27 luglio 2005 - Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia».

D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;

D.M. 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

D.M. 14 settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni.

D.Lgs. 3 aprile 2006 - Norme in materia ambientale.

Legge 4 agosto 2006, n. 248 – Conversione del D.L. 4 luglio 2006. Disposizioni urgenti per il rilancio economico e sociale, per il contenimento e la razionalizzazione della spesa pubblica, nonché interventi in materia di entrate e di contrasto all'evasione fiscale.

D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni.

Come riportato nella circolare 5 agosto 2009 del ministero delle Infrastrutture e dei trasporti¹, il progetto esecutivo è stato redatto ai sensi delle normative già utilizzate come riferimento per il progetto definitivo ed in particolare al D.M. 14 settembre 2005.

Per quanto riguarda la identificazione, qualificazione ed accettazione dei materiali e dei prodotti da costruzione per opere strutturali è cogente il rispetto di tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (vedi in particolare il capitolo 11).

¹ Per i lavori pubblici, fermo restando quanto disposto dal comma 4 dell'art. 20 del citato decreto-legge n. 248/2007, il richiamato comma 3 del medesimo art. 20 esplicita chiaramente la volontà del legislatore di consentire l'applicazione della normativa tecnica utilizzata per la redazione dei progetti (e fino all'ultimazione dei lavori e all'eventuale collaudo), e quindi anche quella previgente al decreto ministeriale 14 gennaio 2008, sia alle opere già affidate o iniziate alla data del 30 giugno 2009 sia a quelle per le quali siano stati avviati, prima di tale data, i progetti definitivi o esecutivi; tale ultima circostanza non può che essere accertata e dichiarata, nell'ambito dei propri compiti, dal responsabile del procedimento, di cui alle disposizioni dell'art.10 del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, forniture, servizi in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».

PARTE II

CAPITOLO 2 - PRINCIPALI OPERE DA REALIZZARE

La struttura si articola su due piani di cui uno seminterrato (addossato ad un versante) mentre quello superiore può essere considerato fuori terra. L'opera ha una lunghezza di circa 33m, mentre la larghezza massima è pari a 12 m

L'intera ossatura portante e di controventamento è prevista in cemento armato, eseguita in opera con getti tradizionali. La struttura è composta da pilastri e solai in conglomerato cementizio armato. In particolare sono previsti pilastri, setti e muri controterra. Per l'intero intervento sono previste fondazioni dirette. La copertura è sorretta da travi in acciaio Cor-Ten centinate e da arcarecci in legno lamellare.

Per quanto concerne le aree esterne, è prevista la realizzazione di muri in c.a. (tipo a mensola). Entrambe queste tipologie di opere di sostegno vengono utilizzate nel progetto per sostenere il terreno e creare dei camminamenti che permettano di raggiungere agevolmente sia il piano terra sia il piano semi-interrato.

Per la realizzazione dell'opera sono previste le seguenti principali attività:

- scavi di sbancamento e di fondazione in genere, con successivi reinterri di fondazioni, muri, ecc.
- magroni, da approfondire fino al raggiungimento di piani di appoggio atti a garantire la portanza minima sul terreno di 2,0 kg/cmq; per questo motivo nei disegni di progetto è prevista una altezza variabile dei magroni, con un minimo di 20 cm di spessore;
- fondazioni a plinti, cordoli, platee e scale;
- muri controterra perimetrali;
- travi e cordoli gettati in opera;
- pilastri e scale gettati in opera;
- solai in elevazione di tipologia tradizionale (laterocemento H = 20+5) gettati in opera;
- Fornitura e posa di carpenteria metallica per le travi di copertura
- Fornitura e posa di arcarecci in legno lamellare

Sono inoltre previste le seguenti opere:

- muri controterra in c.a. lungo le opere viarie;
- vespai in ghiaia e battuti in c.a.

2.1 CANTIERIZZAZIONE

Per la realizzazione dell'intervento sono previsti alcune opere di cantierizzazione volte a mettere in sicurezza l'area:

- Recinzione dell'area di cantiere
- Installazione delle baracche
- Realizzazione di pista di cantiere per il collegamento con la strada più vicina
- Approvvigionamento di acqua e luce elettrica
- Installazione di gru per la movimentazione dei materiali
- Realizzazione di arginelli in testa alle scarpate, al fine di evitare ruscellamenti e smottamenti, nonché di canali di gronda e fucatori necessari per evitare il riversarsi delle acque negli scavi;
- Eventuale pompaggio e allontanamento delle acque durante le fasi di scavo e getto;
- Mantenimento ed eventuale ripristino della funzionalità della rete idrologica e della rete di smaltimento acque al contorno dell'area;

Tutte le opere di cantierizzazione che non sono comprese nei prezzi dell'appalto sono a carico dell'appaltatore che nulla potrà pretendere (neanche se la durata del cantiere dovesse superare i tempi previsti dal contratto)

2.2 MOVIMENTI TERRA

2.2.1.1 *Descrizione dei lavori*

L'intervento prevede l'esecuzione di tutti i movimenti terra (scavi, reinterri, rilevati, riporti, scarpate, Fondazioni in materiale sciolto, ecc.) relativi alla realizzazione completa delle sistemazioni esterne il fabbricato, alla realizzazione dei locali semi-interrati nonché alla realizzazione di un idoneo vespaio nelle aree interne i fabbricati, così come previsto nel progetto esecutivo, nessuno escluso, per dare l'opera finita in ogni sua parte.

2.2.1.2 *Tipologie in appalto*

TIPO 01.A01.A10.010

Scavo generale, di sbancamento o splateamento a sezione aperta, in terreni sciolti o compatti, fino a 4 m di profondità, eseguito con mezzi meccanici, esclusa la roccia da mina ma compresi i trovanti rocciosi ed i blocchi di muratura fino a 0,50 m³, misurato in sezione effettiva, compreso

il carico sugli automezzi, trasporto e sistemazione entro l'area del cantiere Anche in presenza di acqua fino ad un battente massimo di 20 cm

Localizzazione: impronta fabbricato e sistemazioni esterne

TIPO 01.A01.C65.030

Sovrapprezzo allo scavo in genere per trasporto e scarico, esclusi gli oneri di scarica. In scarica autorizzata, da 10 km fino a 30 km di distanza

Localizzazione: materiale scavato al netto dei reinterri

TIPO 01.A01.B87.020

Reinterro degli scavi in genere, con le materie di scavo precedentemente estratte e depositate nell'ambito del cantiere, compreso carico, trasporto, scarico, costipazione e regolarizzazione
Eseguito con mezzo meccanico

Localizzazione: a tergo dei muri controterra

TIPO 01.A21.A50.005

Compattazione con rullo pesante o vibrante dello stato di fondazione in misto granulare anidro o altri materiali anidri, secondo i piani stabiliti, mediante cilindratura a strati separati sino al raggiungimento della compattezza giudicata idonea dalla Direzione Lavori per spessore finito superiore a 30 CM.

Localizzazione: a tergo dei muri controterra

TIPO 01.A11.A20.005

Provvista, spandimento e pigiatura di ghiaia naturale di cava di sottofondo di pavimenti, marciapiedi, battute di cemento ecc. per un volume di almeno MC.0,10.

Localizzazione: sottofondo per battuto in c.a.

2.2.1.3 **Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le nuove parti di costruzione, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, trincee e cassonetti stradali, nonché quelli per l'incasso di

opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

Per quanto concerne gli scavi, sono compresi nei prezzi dell'appalto: il deflusso dell'eventuale acqua fluente o piovana presente nello scavo, ivi compreso, se necessario, l'esaurimento e prosciugamento con pompe o altri mezzi occorrenti; la demolizione delle normali sovrastrutture, tipo pavimentazioni stradali o simili; l'accantonamento nell'ambito del cantiere del materiale riutilizzabile; il carico, il trasporto e lo scarico a qualsiasi distanza dal cantiere.

Gli scavi si intendono da eseguire in materia di qualunque natura e consistenza. Gli sbadacchiamenti e l'eventuale armatura, anche se persa, sono già compensati nei prezzi degli stessi. I trasporti sono comprensivi delle operazioni di carico, scarico e spianamento.

Nel caso di scavi eseguiti con mezzi meccanici non sarà corrisposto nessun sovrapprezzo qualora s'incontrino blocchi di muratura, trovanti o simili non richiedenti, per la loro rimozione, l'uso di martelli demolitori in luogo della scavatrice.

Modalità esecutive

L'appaltatore dovrà procedere con tutte le cautele necessarie atte a prevenire ed evitare scosciamenti e frane e nel rispetto delle indicazioni di progetto e delle norme di cui agli articoli da 12 a 15 del DPR 7/1/1956 n. 164, nonché delle indicazioni riportate nel piano di sicurezza redatto ai sensi del D. Lgs. 494/96 e di eventuali successive norme in materia.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione se necessario, anche a campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

Picchettazione e capisaldi

L'Assuntore dopo la consegna dell'area di cantiere dovrà sollecitamente eseguire, nei termini fissati dalla D.L. in fase di consegna:

- Livellazione di precisione al fine di porre capisaldi locali di quota cui fare riferimento per i successivi rilievi plano-altimetrici. Su tali capisaldi dovranno risultare ben visibili ed indelebili i dati delle coordinate ortogonali e la quota altimetrica.
- Verifica del rilievo plano-altimetrico dell'area del sedime, appoggiandosi ai capisaldi precedentemente determinati.

- Picchettazione delle opere, comprendente oltre che i punti obbligati anche punti intermedi. I picchetti dovranno essere riferiti a punti inamovibili onde poterne ricostruire la posizione esatta in caso di manomissione. I tratti in rilevato oltre al picchettamento dovranno essere distinti con opportune sagome da disporre in corrispondenza dei punti di picchettamento. Ogni picchetto dovrà essere numerato. Capisaldi, picchetti e sagome danneggiati o rimossi, anche se da terzi, dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Assuntore.

I risultati della verifica del rilievo e della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati dei quali una copia dovrà essere consegnata alla D.L. ed una copia conservata in cantiere. La D.L. si riserva di controllare sia preventivamente, sia durante l'esecuzione dei lavori, le operazioni di tracciamento eseguite dall'Assuntore.

Resta comunque espressamente stabilito che qualsiasi eventuale verifica non solleverà in alcun modo la responsabilità dell'Assuntore che sarà sempre, a tutti gli effetti, l'unico responsabile. Durante tali controlli l'Assuntore dovrà comunque porre a disposizione della D.L. il personale ed i mezzi che questi richiedesse.

Acque superficiali

L'appaltatore dovrà eseguire ogni opera occorrente per la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali di qualsiasi natura e provenienza, onde evitare che si riversino negli scavi o che arrechino danni agli stessi.

In presenza di acqua sul fondo dello scavo, in prossimità delle quote finite, non consentire il movimento di mezzi pesanti cingolati o gommati, se non dopo l'allontanamento dell'acqua e l'asportazione dello strato rammollito con graders o simili.

Gli scavi dovranno sempre procedere con fondo scavo profilato verso uno o più lati, onde consentire la raccolta delle acque.

L'impiego di eventuali fognature esistenti in prossimità per lo smaltimento delle acque suddette potrà essere consentito solo previa decantazione delle stesse ed autorizzazione dell'Ente gestore della fognatura.

Pompe

Tenere a disposizione in cantiere pompe di tipo, portata e prevalenza adatta, ed in numero sufficiente per poter prontamente evacuare le acque che potessero affluire negli scavi in modo e quantità tali da provocare danni o interruzioni nel lavoro, predisponendo altresì quanto occorrente per eventuali interruzioni di corrente.

Gli oneri relativi restano a totale carico dell'Assuntore.

Impianti

L'appaltatore è tenuto alla ricerca di impianti e sottoservizi che interferiscano con l'area di cantiere. Se durante gli scavi dovessero essere rinvenuti impianti, l'appaltatore dovrà segnalarne tempestivamente la presenza alla Direzione dei Lavori.

Interruzione di scavi

In caso di interruzione o soste, limitare lo scavo ad una quota di almeno 20 cm superiore a quella definitiva, togliendo detti ultimi 20 cm solo prima di eseguire i getti di fondazione o di mettere in opera lo strato di riporto.

Trovanti

Nel caso nel corso dei lavori venissero reperiti trovanti e/o manufatti rimovibili o demolibili con i mezzi impiegati negli scavi e con cemento espansivo, non si riconoscerà all'Assuntore alcun compenso aggiuntivo.

Ogni onere per la demolizione totale o parziale, per il carico e trasporto a discarica è da considerarsi compresa e compensata nei prezzi dell'appalto

2.2.1.4 *Materiale di risulta degli scavi*

I diversi tipi di materiali scavati dovranno essere strategicamente accantonati o portati alle pubbliche discariche in funzione del loro successivo riutilizzo nelle operazioni di reinterro secondo le indicazioni impartite dalla D.L. durante il corso delle opere, in ragione della effettiva natura, qualità e quantità del materiale scavato.

Il materiale di risulta degli scavi non giudicato idoneo per i reinterri dovrà essere allontanato e trasportato alle pubbliche discariche.

Per contro, il materiale costituito da materie giudicate idonee dalla D.L. per i reinterri, rilevati, sottofondi, aree verdi ecc. dovrà essere accantonato in cantiere nei quantitativi strettamente necessari e successivamente utilizzato.

Per il conferimento a discarica ed i relativi oneri si rimanda a capitolo "SMALTIMENTO MATERIALE DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE".

2.2.1.5 *Reinterri*

E' previsto il reinterro delle strutture in c.a. con materiale proveniente dagli scavi e opportunamente vagliato, selezionato e approvato dalla Direzione Lavori. Il materiale comunque dovrà essere anidro e di grossa granulometria.

I reinterri per i tratti calpestabili o carrabili saranno effettuati come rilevati, per strati di potenza non superiori a 30cm. In qualsiasi fase la direzione lavori potrà richiedere le prove su piastra a doppio ciclo di carico ai sensi della norma (CNR BU 146/92). Non saranno ammessi rilevati con risultati di prova su piastra $M_d < 800 \text{ kg/cm}^2$

2.2.1.6 **Sottofondi**

Al piano seminterrato è prevista la realizzazione di un vespaio areato in materiale anidro. Il sottofondo dovrà essere composto da naturale di cava opportunamente costipato.

2.3 **SMALTIMENTO MATERIALE DI SCAVO E DI DEMOLIZIONE**

Tutti materiali di risulta degli scavi e delle demolizioni che usciranno dal cantiere dovranno essere catalogati come rifiuto. In particolare i materiali dovranno essere vagliati e successivamente catalogati mediante analisi di laboratorio che permettano l'attribuzione di un codice CER ai sensi del D.M. 3 aprile n°152/2006.

Si definiscono in particolare:

Terre e rocce da scavo tutti i materiali derivanti da operazioni di scavo di terreni e rocce comprendenti: terre provenienti dagli scavi, terre provenienti dalle trivellazioni dei pali e dei pozzi, rocce provenienti dalla demolizione di trovanti e/o roccia, sbancamenti, acque.

Materiali da demolizione tutti i materiali derivanti da operazioni di demolizione di dimensioni opportunamente ridotte, comprendenti: asfalti composti da varie miscele bituminose, calcestruzzi semplici o armati, murature in laterizio, miscugli di cemento, mattoni, mattonelle, ceramiche e materiali vari da costruzione.

2.4 **OPERE IN C.A.**

Non sono previste particolari prescrizioni REI per la struttura. Prima dei getti, l'appaltatore dovrà verificare con la Direzione Operativa impiantistica eventuali prescrizioni REI (ad esempio per la centrale termica).

La maggior parte della struttura è realizzata in cemento armato. Si segnalano le seguenti principali opere:

- Fondazioni a plinti collegate con cordoli
- Muro controterra con altezza media di circa 6m
- Pilastri e scale in c.a.
- Solaio in laterocemento H=20+5
- Muri d'ala

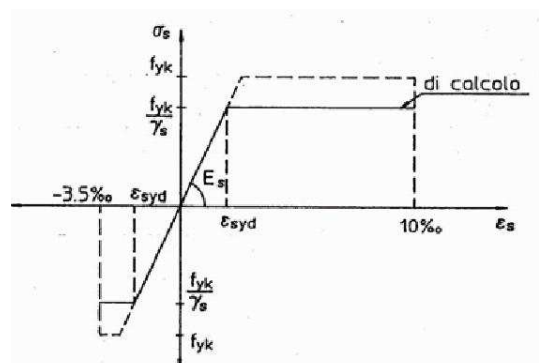
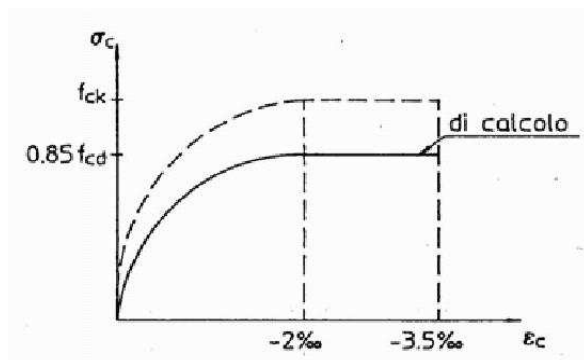
Si segnala in particolare la presenza travi e mensole prismatiche con sezione variabile necessarie per l'ancoraggio della struttura metallica. In particolare sono previste mensole aggettanti dal muro controterra e travi rialzate sui solai

All'interno di dette travi dovrà essere disposta un armatura di ancoraggio

2.4.1 CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

La presenza di cicli di gelo e disgelo, anche con temperature molto basse, richiede l'utilizzo di calcestruzzi ad elevata prestazione e idonei ad esposizioni ambientali tipiche dell'alta montagna. E' quindi previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi:

	Classe di resistenza R_{ck} [kg/cm ²]	Dimensione max nom. degli aggregati [mm]	Classe di esposizione ambientale	Classe di consistenza	Tipologia strutturale
Sottofondazioni	150	-	-	-	Non armato
Getti di fondazione	370	25	XF3	S4	Armato
Getti in elevazione:	370	25	XF1	S4	Armato



Calcestruzzo R_{ck} 35 N/mm²

Classe di resistenza

C 30/35

Peso specifico

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$

Resistenza caratteristica cilindrica

$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità longitudinale:

$E = 5700 \sqrt{R_{ck}} = 33721 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità tangenziale:

$G = 15054 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente di dilatazione termica

$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Res. di calcolo a compressione SLU ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.5$):

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 17.00 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a trazione:

$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.90 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica a trazione:

$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 2.03 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione ($\gamma_c = 1.5$):

$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.35 \text{ N/mm}^2$

Massima tensione di esercizio in comb. rare

$\sigma_c = 0.6 f_{ck} = 18.0 \text{ N/mm}^2$

Max tensione di esercizio in comb. quasi perm. $\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 13.5 \text{ N/mm}^2$

Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)

Tipo di acciaio	Fe B 44 k
Peso specifico	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento di progetto ($\gamma_s = 1,15$):	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
Massima tensione di esercizio:	$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

2.4.2 CASSERATURE

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'esecuzione delle casserature per i muri contro terra, i setti e la soletta.

Tutti i getti a vista dovranno essere realizzati con casseri di buona qualità lisci e ben piallati. Non sono previsti getti "faccia a vista".

Ogni onere per il nolo delle casserature, il montaggio, lo smontaggio anche ripetuto, il disarmo, l'adozione di pannelli speciali e fuori misura è da considerarsi compreso e compensato nei prezzi di elenco.

2.5 OPERE IN ACCIAIO

E' prevista la fornitura e posa in opera di carpenteria in acciaio COR-TEN S 275 J2 G2 W (ex. COR-TEN Fe 430 D) e di alcuni particolari costruttivi in acciaio C40. Sono previste in particolare le seguenti strutture in acciaio.

- Travi centinate composte da due piatti accoppiati
- Carpenteria di facciata per sostegno serramenti vetrati e travi di copertura

2.5.1 TRAVI CENTINATE

Le travi centinate sono composte da due piatti affiancati di altezza 400mm e spessore 25mm. I piatti sono collegati mediante calastrelli disposti a passo di circa 1m. Le travi **non** sono forate; fanno eccezione i fori da realizzare per l'inserimento dei perni Ø119.7 in acciaio C40

I piatti saranno ottenuti in pezzo unico (senza saldature o giunzioni) dal taglio di lamiere di spessore 25mm. I calastrelli, ottenuti dal taglio di profili tubolari Ø200 e sp.10mm, saranno saldati ai due piatti dall'interno, senza lasciare tracce di saldatura a vista. Le travi saranno assemblate in officina, trasportate in opera e posate mediante l'ausilio di gru o autogru.

Le travi sono vincolate alla struttura in c.a. mediante cerniere che sono quindi composte da un elemento fisso detto "base" e da un elemento mobile "perno". Il perno, da realizzarsi in acciaio bonificato C40, avrà quindi il medesimo diametro del foro praticato nella base, ma sarà accoppiato con gioco micrometrico. Il perno verrà quindi inserito nelle travi durante la fase di posa in opera e saldato alle travi stesse. L'appaltatore dovrà prendere i provvedimenti opportuni per saldare l'acciaio C40 del perno all'acciaio CORTEN delle travi.

Le travi saranno provviste di opportune piastre per l'ancoraggio degli arcarecci in legno. Data la particolare geometria della copertura, le piastre avranno orientamenti diversi. L'appaltatore dovrà realizzare un progetto costruttivo della carpenteria metallica che geometrizzi tutte le membrature metalliche ed in particolare le piastre di ancoraggio degli arcarecci.

La base in acciaio C40, sarà composta di una piastra sp. 20mm, due piatti sp.40mm e un tubo con foro interno alesato Ø119.7. Le basi saranno fissate alle strutture in c.a. mediante tirafondi preventivamente annegati del getto. La gabbia dei tirafondi sarà costituita da dime (sp. 5mm), bolzoni Ø30mm e dagli stessi tirafondi.

La struttura in carpenteria metallica dovrà essere pre-assemblata in officina e sottoposta alla verifica e approvazione della Direzione Lavori.

2.5.2 CARPENTERIA DI FACCIATA

In corrispondenza delle due facciate vetrate è prevista la realizzazione di un telaio (pilastri e trave centinata) realizzato con profili UPN accoppiati. Le coppie di profilati (con interposto un opportuno materiale isolante) saranno collegate mediante calastrelli o imbottiture disposte a passo non superiore a 40cm.

2.5.3 TIPOLOGIA DI ACCIAIO

Tutte le strutture metalliche saranno realizzate in acciaio **COR-TEN S 275 J2 G2 W** (ex. COR-TEN Fe 430 D) ad eccezione delle basi per le travi che saranno in acciaio C40.

Tipo di acciaio	S 275 J2 G2 W
Peso specifico	$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità:	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento:	
- per spessori inferiori a 40mm	$f_{yk} > 275 \text{ N/mm}^2$
- per spessori superiori a 40mm	$f_{yk} > 250 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento di progetto (per spessori inferiori a 40mm)	

- Per il materiale ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M0} = 1,05$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M0}) = 228 \text{ N/mm}^2$
 - Per resistenza all'instabilità ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M1} = 1,05$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 228 \text{ N/mm}^2$
 - Per resist. all'instabilità ponti ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M1} = 1,10$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 217 \text{ N/mm}^2$
 - Per zone tese indebolite da fori ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M2} = 1,25$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M2}) = 191 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di snervamento di progetto (per spessori superiori a 40mm)
- Per il materiale ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M0} = 1,05$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M0}) = 207 \text{ N/mm}^2$
 - Per resistenza all'instabilità ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M1} = 1,05$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 207 \text{ N/mm}^2$
 - Per resist. all'instabilità ponti ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M1} = 1,10$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M1}) = 198 \text{ N/mm}^2$
 - Per zone tese indebolite da fori ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{M2} = 1,25$) : $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{M2}) = 174 \text{ N/mm}^2$

2.6 LEGNO LAMELLARE

Gli arcarecci saranno realizzati in legno lamellare tipo BS11. Il legname dovrà essere di prima scelta, posto in opera con tasso di umidità in equilibrio con l'ambiente.

Data la particolare geometria della copertura, gli arcarecci avranno lunghezze e orientamenti diversi. L'appaltatore dovrà realizzare un progetto costruttivo della carpenteria lignea che geometrizzi tutte le membrature in legno ed in particolare gli arcarecci.

L'appaltatore dovrà eseguire un pre-assemblaggio in officina tra carpenteria metallica e arcarecci in legno.

Tutta la carpenteria lignea dovrà essere trattata con impregnante ad acqua antitarlo, antimuffa e antifungo tipo "Acqua Profilasur".

In particolare si dovrà provvedere alla stesa di due mani all'atto della posa in opera, di una mano di ripresa dopo due anni e comunque di una manutenzione con stesura di una ulteriore mano ogni cinque anni

Gli arcarecci direttamente esposti alle intemperie dovranno essere protetti superiormente da una tavola in legno sp.1cm che verrà cambiata ogni cinque anni.

Legno lamellare BS11

Tipo di acciaio secondo Eurocodice 5

GL 24

Peso specifico

$\gamma = 410 \text{ kg/m}^3$

Modulo di elasticità parallelo alle fibre

$E_{0g} = 11.500 \text{ N/mm}^2$

$E_{g0,05} = 9.200 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità ortogonale alle fibre

$E_{90g \text{ medio}} = 380 \text{ N/mm}^2$

Modulo a torsione

$G_{\text{medio}} = 720 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica:

- A flessione

$f_{mgk} > 24 \text{ N/mm}^2$

- A trazione parallela

$f_{t0gk} > 17 \text{ N/mm}^2$

- A trazione ortogonale

$f_{t90gk} > 0,45 \text{ N/mm}^2$

- A compressione parallela

$f_{c0gk} > 24 \text{ N/mm}^2$

- A compressione ortogonale $f_{c90gk} > 5,5 \text{ N/mm}^2$
- Taglio e torsione $f_{vgk} > 2,7 \text{ N/mm}^2$

2.7 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE E COLLAUDO

Tutti gli oneri per la qualificazione dei materiali (certificati, campionamenti, prove di laboratorio, prove distruttive e non) sono ad esclusivo carico dell'appaltatore. La Direzione Lavori ha facoltà di richiedere tutte le prove che ritenga necessarie al fine di qualificare correttamente i materiali utilizzati senza che l'appaltatore possa pretendere alcunché.

Analogamente l'appaltatore dovrà mettere a disposizione del collaudatore i materiali e il personale qualificato per l'esecuzione di qualsiasi prova venga richiesta dal Collaudatore quali ad esempio le prove di carico, prove sclerometriche, schiacciamento dei provini di cls, trazione delle barre di acciaio, etc.

PARTE III

CAPITOLO 3 - MATERIALI E PRODOTTI

3.1 NORME SULL'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

3.1.1 REQUISITI E ACCETTAZIONE

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque momento i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, il committente può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri del committente in sede di collaudo.

3.1.2 IMPIEGO DI MATERIALI CON CARATTERISTICHE SUPERIORI A QUELLE CONTRATTUALI

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche contrattuali.

3.1.3 IMPIEGO DI MATERIALI O COMPONENTI DI MINOR PREGIO

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di

contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

3.1.4 MATERIALI RICICLATI

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni del D.M. 8 maggio 2003, n. 203: si tratta di norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo.

3.1.5 NORME DI RIFERIMENTO

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali, in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme univigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

3.1.6 PROVVISTA DEI MATERIALI

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

3.1.7 SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori che riporti l'espressa approvazione del committente.

3.1.8 ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatori, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico del committente. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvederà al prelievo del relativo campione e alla redazione di apposito verbale di prelievo redatto alla presenza dell'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporterà espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori potrà disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere strutturali le verifiche tecniche dovranno essere condotte in applicazione delle Norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

3.1.9 MATERIALI DI RISULTA

I materiali di risulta e ritrovamenti da scavo spettano all'appaltatore salvo quando la committenza ne faccia richiesta. Se esplicitamente richiesto, anche durante lo svolgersi dei lavori, i materiali di risulta e ritrovamenti da scavo spettano al committente e l'appaltatore deve immagazzinarli in apposita area del cantiere, opportunamente recintata, per il successivo ritiro, a spese del committente, entro 10 giorni dalla data di comunicazione dell'impresa.

3.1.10 SOSTITUZIONE DI MATERIALI O IMPIANTI PREVISTI

Nel caso in cui alcuni materiali o impianti, previsti con specifica indicazione della marca, nel progetto non sono reperibili sul mercato per cessata produzione o per particolari difficoltà di consegna, l'appaltatore è autorizzato alla loro sostituzione con materiali o impianti di caratteristiche equivalenti, previa comunicazione scritta, mediante raccomandata con avviso di ricevuta, al committente e da questi sottoscritta per accettazione. Se il committente non si pronuncia entro 15 giorni dalla data di ricevimento della comunicazione dell'appaltatore, la proposta di sostituzione si intende come accettata.

3.2 PRESCRIZIONI GENERALI PER PRODOTTI STRUTTURALI

3.2.1 IDENTIFICAZIONE E CERTIFICAZIONE

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione, a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente oppure, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste nelle presenti norme per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

3.2.2 PROVE SPERIMENTALI

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o qualificazione sia per quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei Laboratori ufficiali depositato presso il Servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale sia prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le presenti norme, la relativa "attestazione di conformità" deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei LL.PP., che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate ovvero a quelle previste nelle Norme tecniche per le costruzioni.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, o internazionali ISO, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale devono essere misurate mediante prove sperimentali, definite su insiemi statistici significativi.

3.2.3 PROCEDURE DI CONTROLLO DI PRODUZIONE IN FABBRICA

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle Norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008 devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in

fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

3.2.4 CERTIFICATO D'ACCETTAZIONE

Il direttore dei lavori per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1. delle Norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, dovrà redigere il relativo certificato d'accettazione.

3.3 MATERIALI PER RILEVATI, REINTERRI E SOTTOFONDI

3.3.1 MATERIALE PER RILEVATI

Le terre da impiegare per la formazione di rilevati dovranno appartenere alle classi A-1a, A-1b, A-2.4, A-2.5, A-3 della classificazione AASHO con indice di gruppo uguale (classificazione delle terre tab. CNR UNI 10006).

Di norma la dimensione massima degli elementi più grossolani non dovrà superare i 50 mm e nel contempo la percentuale di materiale limoso passante al setaccio ASTM n. 200 (mm 0,074) dovrà essere contenuto tra il 5 e il 10% del totale, in peso.

La miscela di norma dovrà essere contenuta nel fuso granulo metrico così determinato:

Serie setacci ASTM Percentuale del passante 2" (mm 50,8) 100

1 1/2"	(mm 38,1)	70 ÷ 100
1"	(mm 25,4)	55 ÷ 85
3/4"	(mm 19,1)	50 ÷ 80
n. 4	(mm 4,76)	30 ÷ 60
n. 10	(mm 2)	20 ÷ 50
n. 40	(mm 0,42)	10 ÷ 35
n. 200	(mm 0,074)	5 ÷ 10

Le caratteristiche di idoneità del materiale che si dovrà impiegare dovranno pertanto essere controllate mediante un'analisi granulometrica ed eventualmente mediante prove di costipamento su campioni prelevati in cava, dalle quali risulteranno sia le modifiche da portare alla miscela di terre sia soprattutto il tenore di umidità ottimale per raggiungere, in sede di esecuzione, il maggiore grado di compattazione possibile.

Il materiale scelto dovrà essere steso in strati soffici di potenza pari a circa 30 cm e successivamente compattati mediante rullo vibrante con peso statico equivalente non inferiore ad 8 tonnellate e con un minimo di 6 passate.

La potenza dello strato di materiale soffice steso sul terreno ha una certa elasticità; per contro lo strato finale dovrebbe presentarsi con spessore finito e costante di 20 cm, perfettamente chiuso e livellato.

Anche le analisi granulometriche, le prove di costipamento su campioni, la determinazione della densità in sito, la redazione di una relazione geotecnica conclusiva che raccolga ed elabori i valori di Me ottenuti (confrontandoli con le pressioni di lavoro indicate nel progetto dei magroni di fondazione) sono a carico dell'Impresa.

3.3.2 MATERIALE PER REINTERRI

Reinterro, da eseguire con materiale anidro (in massima parte ghiaioso). Si impiegheranno in genere, fino al totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatti, a giudizio del Direttore dei Lavori.

L'appaltatore vaglierà i diversi materiali provenienti dagli scavi e li sottoporrà all'insindacabile giudizio della Direzione Lavori. I materiali non idonei ai reinterri o comunque in eccedenza saranno trattati come rifiuti e portati in discarica

3.4 COMPONENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

3.4.1 LEGANTI PER OPERE STRUTTURALI

Nelle opere strutturali oggetto delle Norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie **EN 197**), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme **EN 197-1** ed **EN 197-2**.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce).

3.4.1.1 *Fornitura*

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa dovrà disporre in

cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche.

3.4.1.2 **Marchio di conformità**

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- a) nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente il loro marchio o i marchi di identificazione;
- b) ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- c) numero dell'attestato di conformità;
- d) descrizione del cemento;
- e) estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

Tabella 20.1 - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm ²]				Tempo inizio presa [min]	Espansione [mm]
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni			
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

Tabella 20.2 - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe resistenza	di	Requisiti (1)
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi		≤ 5,0%

Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	$\leq 5,0\%$
Solfati (come SO_3)	EN 196-2	CEM I	32,5	$\leq 3,5\%$
		CEM II (2)	32,5 R	
		CEM IV	42,5	
		CEM V	42,5 R	$\leq 4,0\%$
		CEM III (3)	52,5 52,5 R	
Cloruri	EN 196-21	tutti i tipi (4)	Tutte le classi	$\leq 0,10\%$
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

(1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa

(2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland compositi contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO_3 , per tutte le classi di resistenza

(3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO_3

(4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

Tabella 20.3 - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5 R	42,5	42,5 R	52,5	42,5 R
Limite inferiore di resistenza $[\text{N/mm}^2]$	2 giorni	-	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa - Limite inferiore [min]		45			40		

Stabilità [mm] - Limite superiore		11	
Contenuto di SO ₃ [%] Limite superiore	Tipo I	4,0	4,5
	Tipo II (1)		
	Tipo IV		
	Tipo V		
	Tipo III/A	4,5	
	Tipo III/B		
	Tipo III/C	5,0	
Contenuto di cloruri [%] - Limite superiore (2)		0,11	
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni	
(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO ₃ per tutte le classi di resistenza			
<u>(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri</u>			

3.4.1.3 **Metodi di prova**

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

UNI 9606 - Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

UNI EN 196-1 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.

UNI EN 196-2 - Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.

UNI EN 196-3 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.

UNI ENV 196-4 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione quantitativa dei costituenti.

UNI EN 196-5 - Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.

UNI EN 196-6 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.

UNI EN 196-7 - Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.

UNI EN 196-21 - Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.

UNI ENV 197-1 - Cemento. Composizione, specifiche e criteri di conformità. Cementi comuni.

UNI ENV 197-2 - Cemento. Valutazione della conformità.

UNI 10397 - Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.

UNI 10517 - Cementi comuni. Valutazione della conformità.

UNI ENV 413-1 - Cemento da muratura. Specifica.

UNI EN 413-2 - Cemento da muratura. Metodi di prova.

3.4.2 AGGREGATI

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 12620**.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

3.4.2.1 *Sistema di attestazione della conformità*

I sistemi di attestazione della conformità degli aggregati, infatti, prevedono due livelli:

- livello di conformità 4, che prevede lo svolgimento del Controllo di Produzione da parte del produttore;
- livello di conformità 2+, che comporta l'intervento di un Organismo notificato certificante il Controllo svolto dal produttore.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 20.4.

Tabella 20.4 – Sistemi di attestazione della conformità

Specificata tecnica europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+
UNI EN 12620-13055	Uso non strutturale	4

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensivo della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Il sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 20.5 a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica, di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea **UNI EN 12620**, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Tabella 20.5 – Limiti dell'utilizzo del materiale da riciclo

Origine del materiale da riciclo	R_{ck} del calcestruzzo [N/mm ²]	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	≤ 15	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	$\leq 30\%$
	≤ 25	fino al 60%
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 13055**; il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella tabella 20.4.

3.4.2.2 **Marcatura CE**

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	EN 13043

Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (<i>armourstone</i>) - Parte 1	EN 13383-1
Aggregati per malte	EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	EN 13450

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un Organismo notificato.

3.4.2.3 **Controlli d'accettazione**

Gli eventuali controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 20.6, insieme ai relativi metodi di prova.

Tabella 20.6 - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN 933-1
Indice di appiattimento	EN 933-3
Dimensione per il filler	EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	EN 1097-2

3.4.2.4 **Sabbia**

La sabbia, fermo restando le considerazioni dei parafi precedenti, per il confezionamento delle malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito a esami eseguiti da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

3.4.2.5 **Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi**

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori, fermo restando i controlli della tabella 15.6, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme:

UNI 8520-1 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche.

UNI 8520-2 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti.

UNI 8520-7 - Aggregati per la confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332.

UNI 8520-8 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.

UNI 8520-13 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini.

UNI 8520-16 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro).

UNI 8520-17 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.

UNI 8520-20 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi.

UNI 8520-21 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note.

UNI 8520-22 - Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.

UNI EN 1367-2 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio.

UNI EN 1367-4 - Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento.

UNI EN 12620: 2003 - Aggregati per calcestruzzo.

UNI EN 1744-1 - Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.

3.4.2.6 *Norme per gli aggregati leggeri*

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo il direttore dei lavori fermo restando i controlli della tabella 20.6, potrà farà riferimento anche alle seguenti norme:

UNI EN 13055-1 - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.

UNI EN 13055-2 - Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati.

3.4.3 AGGIUNTE

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla UNI EN 206-1 e dalla UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

3.4.3.1 **Ceneri volanti**

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche che devono soddisfare i requisiti delle **UNI EN 450** del settembre 1995.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto A/C.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

3.4.3.2 **Microsilice**

Silice attiva colloidale amorfa, costituita da particelle sferiche isolate di SiO_2 con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale ottenendola dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa.

Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche. Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto a/c. Se si utilizzano cementi di tipo I potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto a/c una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

3.4.4 **ADDITIVI**

L'impiego di additivi, come quello di ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

fluidificanti;

aeranti;

ritardanti;

acceleranti;

fluidificanti-aeranti;

fluidificanti-ritardanti;

fluidificanti-acceleranti;

antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **EN 934-2**.

L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

devono essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;

non devono contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;

non devono provocare la corrosione dei ferri d'armatura;

non devono interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo; in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

3.4.4.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare a un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento; in caso di prodotti che non contengono cloruri tali

valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso esso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal paragrafo 11.2.9.4. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;

la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

3.4.4.2 **Additivi ritardanti**

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;

getti in particolari condizioni climatiche;

singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.5. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;

la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

3.4.4.3 **Additivi antigelo**

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso

esso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.5. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;

la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

3.4.4.4 *Additivi fluidificanti e superfluidificanti*

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima additivazione e quello di seconda additivazione dovranno essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo; la direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla **UNI EN 934-2**.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020;

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.5. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;

la prova di essudamento prevista dalla UNI 7122.

3.4.4.5 **Additivi aeranti**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

la determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395;

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal paragrafo 11.2.5. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;

prova di resistenza al gelo secondo la UNI 7087;

prova di essudamento secondo la UNI 7122;

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

3.4.4.6 **Agenti espansivi**

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che quando è indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7% e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme:

UNI 8146 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo.

UNI 8147 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo.

UNI 8148 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo.

UNI 8149 - Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.5. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti;

determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

3.4.4.7 *Antievaporanti*

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme UNI, da **UNI 8656** a **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

3.4.4.8 *Prodotti disarmanti*

Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti.

Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

3.4.4.9 *Metodi di prova*

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

UNI 7110 - Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce.

UNI EN 934-2 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni e requisiti.

UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.

3.4.5 ACQUA DI IMPASTO

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008** come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Tabella 20.7 – Acqua di impasto

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO ₄ ²⁻ minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3.000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solidi e spese		minore 2.000 mg/litro

3.4.6 CLASSI DI RESISTENZA DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica R_{ck} vengono definite le classi di resistenza riportate nella tabella 20.8.

Tabella 20.8 – Classi di resistenza dei calcestruzzi (D.M. 14 gennaio 2008)

Classe di resistenza	R_{ck} [N/mm ²]
Molto bassa	$5 < R_{ck} \leq 15$
Bassa	$15 < R_{ck} \leq 30$
Media	$30 < R_{ck} \leq 55$
Alta	$55 < R_{ck} \leq 85$

I conglomerati delle diverse classi di resistenza di cui alla tabella 20.8 trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 20.9.

Tabella 20.9 – Classi di impiego dei calcestruzzi (D.M. 14 gennaio 2008)

Classe di impiego	Utilizzo	Classe di resistenza
A	Per strutture in conglomerato cementizio non armato o a bassa percentuale di armatura (punto 5.1.11 delle N.T.)	Molto bassa
B	Per strutture semplicemente armate	Bassa e media
C	Per strutture precomprese o semplicemente armate	Media
D	Per strutture semplicemente armate e/o precomprese	Alta

Per le classi di resistenza molto bassa, bassa e media, la resistenza caratteristica R_{ck} deve essere controllata durante la costruzione secondo le prescrizioni del capitolo 11 delle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Per la classe di resistenza alta, la resistenza caratteristica R_{ck} e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato vanno accertate prima dell'inizio dei lavori e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

3.5 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

3.5.1 REQUISITI PRINCIPALI

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 14 gennaio 2008.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

3.5.2 PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO

3.5.2.1 *Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione*

Tutti gli acciai oggetto delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, siano essi destinati a utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o a utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili **EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219**.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della **direttiva 89/106/CE**, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11 del D.M. 14 gennaio 2008 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Il Servizio tecnico centrale della Presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

La procedura di qualificazione del prodotto prevede:

- esecuzione delle prove di qualificazione a cura del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato dal Servizio tecnico centrale su proposta del produttore;

- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio tecnico centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;

- in caso di giudizio positivo il Servizio tecnico centrale provvede al rilascio dell'Attestato di qualificazione al produttore e inserisce il produttore nel Catalogo ufficiale dei prodotti qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;

- in caso di giudizio negativo, il produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio tecnico centrale che al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di qualificazione. La qualificazione ha validità cinque anni.

3.5.2.2 ***Mantenimento e rinnovo della Qualificazione***

Per il mantenimento della qualificazione i produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio tecnico centrale:

dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;

i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;

i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;

la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni e i risultati dei controlli effettuati dal laboratorio incaricato devono essere utilizzati test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo della qualità (**UNI 6809-72 e 6806-72**).

Il produttore deve segnalare al Servizio tecnico centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea.

Il Servizio tecnico centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti e rilascia l'Attestato di conferma della qualificazione.

Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio tecnico centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta. La sospensione della produzione non esenta gli organismi incaricati dall'effettuare le visite di ispezione periodica della qualità di cui ai punti 11.3 del D.M. 14 gennaio 2008.

Il Servizio tecnico centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.

Al termine del periodo di validità di cinque anni dell'Attestato di qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo; il Servizio tecnico centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei cinque anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio tecnico centrale di rilevanti non conformità comportano la sospensione o la decadenza della qualificazione.

3.5.2.3 *Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati*

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve costantemente essere riconducibile allo stabilimento di produzione tramite la marcatura indelebile depositata presso il Servizio tecnico centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, diversi possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo; ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio tecnico centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto, è

responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio tecnico centrale.

In tal caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio tecnico centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare 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 Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato e il laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio tecnico centrale.

3.5.2.4 *I controlli e la documentazione di accompagnamento*

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:

controlli di produzione in stabilimento;

controlli di accettazione nei centri di trasformazione e in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre).
Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate;

lotti di spedizione: sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione di acciaio, anche se parte di un'unica fornitura, devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del produttore rilasciato dal Servizio tecnico centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.

Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione; in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda a eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un direttore tecnico che, in possesso dei requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.3. del D.M. 14 gennaio 2008.

Il direttore dei lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

3.5.2.5 Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio tecnico centrale; i certificati di prova emessi dovranno essere uniformati a un modello standard elaborato dal Servizio tecnico centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;

l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;

il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio tecnico centrale;

gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);

la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;

le dimensioni nominali ed effettive del prodotto e i risultati delle prove eseguite;

l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);

le elaborazioni statistiche previste nei punti: 11.3. del D.M. 14 gennaio 2008.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti seguenti del D.M. 14 gennaio 2008:

punto 11.3.2., per acciai per cemento armato in barre o rotoli;

punto 11.3.3, per acciai per cemento armato precompresso;

punto 11.3.4, per acciai per carpenterie metalliche.

3.5.3 PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente punto 21.2.5 e controllati con le modalità riportate nel paragrafo 11.3 del D.M. 14 gennaio 2008.

3.5.3.1 Acciaio per cemento armato laminato a caldo

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato *B450C*, deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

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

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella 21.1:

Tabella 21.1 – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom} [N/mm^2]$
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom} [N/mm^2]$
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $\leq 1,35$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
$\varnothing < 12\ mm$	4 \varnothing
$12 \leq \varnothing \leq 16\ mm$	5 \varnothing
per $16 < \varnothing \leq 25\ mm$	8 \varnothing
per $25 < \varnothing \leq 50\ mm$	10 \varnothing

3.5.3.2 Acciai per cemento armato trafilati a freddo

L'acciaio trafilato a freddo, denominato *B450A*, è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo B450C, e deve rispettare i requisiti nella seguente tabella 21.2.

Tabella 21.2 – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450A

	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom} [N/mm^2]$
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom} [N/mm^2]$
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 3\%$

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: per $\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 \varnothing
--	-----------------

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al punto 21.3.

Nel caso in cui l'acciaio trafilato a freddo rispetti le prescrizioni di cui alla tabella 21.1, valgono le prescrizioni relative all'acciaio laminato a caldo.

3.5.3.3 ***Accertamento delle proprietà meccaniche***

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

La prova di piegamento e raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di $20 + 5^{\circ}\text{C}$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 30 minuti a $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$ e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20° . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

3.5.3.4 ***Caratteristiche dimensionali***

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 o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);

elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

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

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.3. delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11. 3. delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Barre e rotoli

Le barre sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

Il diametro \varnothing delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm. Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\varnothing \leq 16$. Nel luogo di lavorazione, dove avviene il raddrizzamento, per tenere in conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza opportune prove dovranno essere condotte così come indicato al paragrafo 11.3 delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Quando il raddrizzamento avviene a caldo, bisogna verificare che siano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

3.5.3.5 Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3 delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008; tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

prove di qualificazione;

prove di verifica della qualità;

controlli sui singoli lotti di produzione.

3.5.3.6 Reti e tralicci elettrosaldati

Si intende per *reti elettrosaldate* le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati *nodi*. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili. La equidistanza non può superare 330 mm.

I tralicci sono elementi reticolari composti da barre, assemblati mediante saldature. Gli acciai per i tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. Le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al punto 11.3 delle Norme tecniche di cui D.M. 14 gennaio 2008 devono avere diametro \varnothing compreso tra 5 e 12 mm.

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la **UNI EN ISO 15630-2** pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo va controllata e certificata dal produttore di reti.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi devono essere dotati della prevista qualificazione. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marcatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, oppure da una marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell'elemento base.

Tabella 21.3 - Peso delle reti elettrosaldate in una direzione, espresso in $[kg/m^2]$

Diametro \varnothing [mm]	Peso barra [kg/m]	Interasse tondini [mm]								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

Tabella 21.4 - Sezioni delle reti elettrosaldate, espresse in cm² per metro

Diametro Ø [mm]	Sezione barra [cm ²]	Tipologia di barre								
		Portanti					Trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.3 delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008; tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

prove di qualificazione;

prove di verifica della qualità;

controlli sui singoli lotti di produzione.

3.5.3.7 Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate in tabella 21.5 dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

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

Tabella 21.5 – Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale

Elemento chimico	Simbolo	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	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C _{eq}	0,52	0,50
Nota: È possibile eccedere il valore max di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore di 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.			

3.5.3.8 Tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nella tabella 21.6.

Tabella 21.6 – Deviazione ammissibile

Diametro nominale [mm]	5 a ≤ 8	> 8 ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	± 4,5

3.5.4 CONTROLLI NEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE O NEI LUOGHI DI LAVORAZIONE DELLE BARRE.

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3 del D.M. 14 gennaio 2008, in ragione di tre spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, 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 agli altri

diametri della partita. Il campionamento e le prove devono essere eseguiti entro 30 giorni dalla consegna delle barre in cantiere e comunque sempre prima della messa in opera del prodotto.

Il controllo della resistenza, la verifica dell'allungamento e del piegamento, per uno stesso diametro, viene eseguito secondo le prescrizioni di cui alle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**. I valori minimi, limite, che devono essere rispettati per ciascun provino sono riportati in tabella 21.7.

Tabella 21.7 – Valori limite di accettazione

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_{t, \text{minimo}}$	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
$f_{t, \text{massimo}}$	572 N/mm ²	[450x(1 + 25+0.02)]
$A_{e, \text{minimo}}$	> 5.0%	per acciai laminati a
$A_{e, \text{minimo}}$	≥ 1.0%	per acciai trafilati a
Rottura/snervamento	$1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	per acciai laminati a
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	per acciai trafilati a
Piegamento/raddrizzame	assenza di cricche	per tutti

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

Nel caso in cui l'esito delle prove determini una non conformità si dovrà procedere dallo stesso fascio ma da barre diverse dello stesso diametro al prelievo e alle prove di tre ulteriori provini, salvo quando l'esito negativo sia riconducibile a un difetto o si abbia ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, in questo caso il risultato della prova stessa deve essere ignorato ed è sufficiente prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se ciascuno dei tre risultati validi della prova è compreso nei limiti sopra richiamati, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da elementi diversi del lotto in presenza del produttore o di un suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove che devono essere eseguite presso un laboratorio inserito nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico di progetto e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori o di tecnico di sua fiducia e nel caso di un centro di trasformazione dal direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al direttore dei lavori, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature

indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo e deve essere integrata dalla dichiarazione, rilasciata dal legale rappresentante del centro di trasformazione, di impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al direttore tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione e assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

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 della vigente normativa e non possono essere accettate.

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 di resistenza misurati 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 del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I controlli in cantiere sono obbligatori, devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri richiamati al punto 11.3 del D.M. 14 gennaio 2008 e le proprietà meccaniche devono essere ricavate secondo le disposizioni di cui al punto 11.2.2.3 dello stesso decreto.

I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in questo caso la

certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere richiesta dal direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al direttore dei lavori, e deve essere specifica per ciascun cantiere e per ogni consegna oltre a riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione.

Resta a discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (per esempio, indice di aderenza, saldabilità).

3.5.4.1 **Prove di aderenza**

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo *Beam-test* da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con le modalità specificate nella **CNR-UNI 10020** (gennaio 1971). La tensione di aderenza t_d valutata secondo la **CNR-UNI 10020** (gennaio 1971) verrà riferita a una resistenza nominale del calcestruzzo di 27 N/mm^2 , mediante l'applicazione della seguente formula di correzione:

$$\tau_c = \tau_d - (R_c - 27) \cdot 0,2 \quad [\text{N/mm}^2]$$

valida nell'intervallo:

$$22 \leq R_c \leq 32 \quad [\text{N/mm}^2]$$

essendo:

τ_c = tensione di aderenza corretta;

τ_d = tensione di aderenza rilevata sperimentalmente;

R_c = resistenza del calcestruzzo all'atto della prova.

Le tensioni tangenziali di aderenza τ_m e τ_r desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\tau_m \geq \tau_m^* = 8 - 0,12 \varnothing$$

$$\tau_r \geq \tau_r^* = 13 - 0,19 \varnothing$$

ove τ_m , τ_r , τ_m^* , τ_r^* sono espressi in N/mm^2 e \varnothing è espresso in mm.

Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza I_R definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 \cdot a_m \cdot l_R \cdot \cos(90^\circ - \beta)}{\pi \cdot \varnothing_n \cdot c}$$

confrontando quindi il valore medio di I_R con il corrispondente $I_R(L)$ valutato sulle barre provate in laboratorio.

La partita è ritenuta idonea se è verificata almeno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_R(L)} \geq \frac{\tau_m^*}{\tau_m} \quad (A)$$

$$I_R \geq 0,048 \text{ per } 5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 6 \text{ mm}$$

$$I_R \geq 0,055 \text{ per } 6 \text{ mm} < \varnothing \leq 8 \text{ mm} \quad (B)$$

$$I_R \geq 0,060 \text{ per } 8 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm}$$

$$I_R \geq 0,065 \text{ per } \varnothing > 12 \text{ mm}$$

essendo:

τ_m^* = valore limite di τ_m quale sopra definito per il diametro considerato;

τ_m, τ_r = valori desunti dalle prove di laboratorio;

\varnothing_n = diametro nominale della barra;

c = interasse delle nervature;

a_m = altezza media delle nervature;

β = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;

l_R = lunghezza delle nervature;

I_R = valore di I_R determinato sulle barre della fornitura considerata;

$I_R(L)$ = valore di I_R determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di I_R (per esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) deve essere verificata per i soli risalti o nervature.

Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature e deve, inoltre, essere indicata quale delle due disuguaglianze (A) o (B) viene rispettata.

3.5.5 NORME DI RIFERIMENTO

UNI 8926 - Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.

UNI 8927 - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.

UNI 9120 - Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.

UNI 10622 - Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.

CNR UNI 10020 - Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.

UNI ENV 10080 - Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.

UNI ISO 10065 - Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.

UNI ISO 3766 - Disegni di costruzioni e d'ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo.

UNI ISO 10287 - Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.

UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato.

UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

3.6 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE

3.6.1 GENERALITÀ

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della **direttiva**

89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI 552**, **UNI EN 10002-1**, **UNI EN 10045 -1**.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla **EN 1090**.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

Modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1 + \nu) \text{ N/mm}^2$

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 $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

3.6.2 ACCIAIO LAMINATO

Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **EN 10025-1÷6** e devono essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale secondo le procedure di cui al punto 23.7.

Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I dell'appendice ZA della norma europea **EN 10025-1**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo) devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella 23.1 nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.

Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **EN 10210-1** e **EN 10219-1**, e riassunte come riportato nella tabella 23.1.

Tabella 23.1 - Caratteristiche tecniche per i profilati cavi

Acciaio	Norma europea	Tabelle di riferimento
Profilati cavi finiti a caldo	EN 10210-1	Non legati: A1, A.2, A.3 A grano fine: B1, B.2 - B.3
Profilati cavi saldati formati a freddo	EN 10219-1	A1, A2, A3 Materiale di partenza allo stato: Normalizzato: B1, B3, B4 Termomeccanico: B2, B3, B5

Le prove e i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al punto 23.7.

Fornitura dei prodotti laminati

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 21.2.4.

3.6.3 ACCIAIO COR-TEN

L'acciaio autoprotetto dovrà essere di tipo S 355 J2 G1 W (ex. Fe 510 D2 KI) e comunque idoneo alle basse temperature del sito. L'acciaio dovrà avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

Tipo di acciaio S 355 J2 G1 W

Peso specifico $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$

Modulo di elasticità: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di snervamento:

per spessori inferiori a 40mm $f_{yk} > 355 \text{ N/mm}^2$

per spessori superiori a 40mm $f_{yk} > 315 \text{ N/mm}^2$

Tensione di snervamento di progetto (per spessori inferiori a 40mm)

- Per il materiale ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{Ed} = 1,05$): $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{Ed}) = 294 \text{ N/mm}^2$
- Per collegamenti, fatica, etc. ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{Ed} = 1,09$): $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{Ed}) = 283 \text{ N/mm}^2$

Tensione di snervamento di progetto (per spessori superiori a 40mm)

- Per il materiale ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{Ed} = 1,05$): $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{Ed}) = 261 \text{ N/mm}^2$
- Per collegamenti, fatica, etc. ($\gamma_m = 1,15$; $\gamma_{Ed} = 1,09$): $f_{yd} = f_{yk} / (\gamma_m \gamma_{Ed}) = 251 \text{ N/mm}^2$

COMPOSIZIONE CHIMICA %

(analisi di colata)

C	Mn	P	S	Si	Cu	Cr	Ni
$\leq 0,12$	$0,20 \div 0,50$	$0,07 \div 0,15$	$\leq 0,035$	$0,25 \div 0,75$	$0,25 \div 0,55$	$0,30 \div 1,25$	$\leq 0,65$

CARATTERISTICHE MECCANICHE

(su provette prelevate in senso longitudinale)

Tipo di prodotto		Prova di trazione					Prova di piega	
		Snervamento R_s kg/mm ²	Resistenza a trazione R_m Kg/mm ²	Allungamento minimo % (*)			A	D
				A	A 8"	A 2"		
<u>Larghi nastri</u>								
Nastri stretti								
Lamiere								
Barre								
Profilati								
	$\leq 12,5 \text{ mm}$	≥ 35	≥ 49	22	19	24	180°	a

Lamiere barre e profilati	$\geq 12,5+38$ mm	≥ 33	≥ 47	22	19	--		
Lamiere	$> 38+76$ mm	≥ 30	≥ 44	22	--	24		

CARATTERISTICHE MECCANICHE E GENERALI

Qualità	spessore mm	Re H N/mm ²	Rm N/mm ²	A% Min.
COR-TEN A laminato freddo	1-1,5	445	310	22
COR-TEN A laminato a caldo	2-12	485	345	20

FORMATURA A FREDDO

Dovranno essere utilizzati raggi di curvatura interna non inferiori a quelli della seguente tabella (asse del mandrino perpendicolare alla direzione di laminazione).

	SPESSORE = A (mm)				
QUALITA'	1-1,5	2-6	6-12	15-20	21-60
COR-TEN A	1a	2a	3a		

ASSIMIBILITA' PER IMPIEGO

(caratteristiche chimiche e meccaniche)

MARCHIO U.S.S.	ASTM	EN 10155
COR-TEN A	A242	S355JOWP

3.6.4 ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE***Composizione chimica degli acciai***

Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 23.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

Fragilità alle basse temperature

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura T alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV, secondo le norme europee applicabili.

La temperatura T deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, o accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura T può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30°C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

3.6.5 BULLONI E CHIODI

Bulloni

I bulloni, conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592**, devono appartenere alle sotto indicate classi delle **UNI EN 20898**, associate nel modo indicato nella tabella 23.2.

Tabella 23.2 – Classi di bulloni (UNI EN 20898)

Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 23.2, viti e dadi devono essere associati come indicato nella tabella 23.3.

Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

Tabella 23.3 – Riferimenti normativi

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1	UNI 5712
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2	UNI 5713
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI 5714

Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI 5715 UNI 5716
-----------	--	----------------------

Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla **UNI EN 10263-1 a 5**.

3.6.6 PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA

Generalità

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione, suddivisi per gamma merceologica, sono:

laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;

lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;

profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

Elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo

Gli elementi di lamiera grecata e i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.

Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 14782**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche, e sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.2.1. delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio tecnico centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.2.1. delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, e il marchio deve essere depositato presso il Servizio tecnico centrale.

La dichiarazione sopracitata e il deposito del marchio devono essere confermati annualmente al Servizio tecnico centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, oppure con una dichiarazione che descrive le avvenute variazioni.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, e inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Controlli in stabilimento

- *Suddivisione dei prodotti*

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

- *Prove di qualificazione*

Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa, e comunque ≥ 2.000 t o ad un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

- *Controllo continuo della qualità della produzione*

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo. In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere a una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche, ove applicabili, e meccaniche previste dalle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata, e comunque un saggio ogni 80 t, oppure un saggio per lotto, e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare

statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle Norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere a ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

- *Verifica periodica della qualità*

Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativi alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopradetto.

Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio tecnico centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235 si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.

Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli stessi acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

- *Controlli su singole colate*

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

- *Officine di trasformazione*

Si definisce *officina di trasformazione* un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio tecnico centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio tecnico centrale.

Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.

A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un direttore tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio tecnico centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina, e inoltre devono fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al direttore tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione e assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, oppure una in cui siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

- *Centri di prelavorazione di componenti strutturali*

Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

Il centro di prelaborazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.

È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelaborazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

Controlli in cantiere

I controlli in cantiere sono obbligatori.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Si deve inoltre controllare che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella **EN 1090** e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

- *Prelievo e domanda di prova al laboratorio*

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, dal direttore tecnico, o da 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.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dell'officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine, e dalla nota di incarico al direttore tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali; la domanda deve contenere precise 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 fini del D.M. 14 gennaio 2008 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

- *Certificato di prova*

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 risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. 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 con riferimento alle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Bulloni e chiodi

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, oppure una in cui siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio tecnico centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla **UNI EN 20898/1**, della quale si riportano in estratto nelle successive tabelle 23.4 e 23.5, e **UNI EN 20898/2**.

Tabella 23.4 – Direttiva per i programmi di prova

Dimensioni	Viti con diametro di filettatura $d < 4$ mm o con lunghezza nominale $l < 2.5d^{1)}$	Viti con diametro d di filettatura $d > 4$ mm e con lunghezza nominale $l > 2.5d$
Prova per l'accettazione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata.		

Tabella 23.5 – Programmi di prova A e B per l'accettazione (si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

Gruppo di prova	Caratteristica	Programma di prova A		Programma di prova B	
		Metodo di prova	Classi di resistenza	Metodo di prova	Classi di resistenza

					3.6 4.6 5.6	8.8 9.8 10.9 12.9			3.6 4.6 4.8 5.6 5.8 6.6	8.8 9.8 10.9 12.9
I	5.1 e 5.2	Carico di rottura minimo, R_m	8.1	Prova trazione di	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.2	Prova trazione ¹⁾ di	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5.3	Durezza minima ²⁾	8.3	Prova durezza ³⁾ di	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.3	Prova durezza ³⁾ di	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5.4 e 5.5	Durezza massima			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	5.6	Durezza massima superficiale			 	 			 	
II	5.7	Carico unitario di snervamento minimo, R_{eL}	8.1	Prova trazione di su provetta	<input type="checkbox"/>					
	5.8	Carico unitario di scostamento della proporzionalità, $R_{p0,2}$	8.1	Prova trazione di		<input type="checkbox"/>				
	5.9	Carico unitario di prova, S_p					8.4	Prova di carico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
III	5.10	Allungamento percentuale minimo dopo rottura, A_{min} .	8.1	Prova trazione di	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

	5.11	Resistenza a trazione con appoggio a cuneo ⁴⁾					8.5	Prova di trazione con appoggio a cuneo ¹⁾	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IV	5.12	Resilienza minima	8.6	Prova di resilienza ⁵⁾	• ⁶⁾	<input type="checkbox"/>	8.6			
	5.13	Tenacità della testa ⁷⁾					8.7	Prova di tenacità della testa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
V	5.14	Zona massima di decarburazione	8.8	Prove di decarburazione		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	8.8	Prova di decarburazione		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	5.15	Temperatura minima di rinvenimento	8.9	Prova di secondo rinvenimento		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	8.9	Prova di secondo rinvenimento		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	5.16	Difetti superficiali	8.10	Controllo dei difetti superficiali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	8.10	Controllo dei difetti superficiali	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.

2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale $l < 2.5d$ e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prove di trazione (per esempio a causa della forma della testa).

3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinnell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.

4) Le viti aventi teste di forma particolare che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.

5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura $d \geq 18$ mm, e solo su richiesta del committente.

6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.

7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura $d \leq 16$ mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, dal direttore tecnico, o da 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.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dell'officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al direttore tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali. 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 D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

3.6.7 NORME DI RIFERIMENTO

Esecuzione

UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni.

UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove.

UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici.

UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo.

UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento.

UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi.

UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile.

UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche.

UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente).

UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

Elementi di collegamento

UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere.

UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.

UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm.

UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C.

UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

Profilati cavi

UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.

Prodotti laminati a caldo

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura.

UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali.

UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato.

UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica.

UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica.

UNI EN 10025-6:2005 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

Saldature

Raccomandazioni e procedure

UNI EN 288-3:1993 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai.

UNI EN ISO 4063:2001 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni.

UNI EN 1011-1:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco.

UNI EN 1011-2:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici.

UNI EN 1011-3:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili.

UNI EN 1011-4:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio.

UNI EN 1011-5:2004 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.

- *Preparazione dei giunti*

UNI EN 29692:1996 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

- *Qualificazione dei saldatori*

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai.

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.

- *Controlli non distruttivi*

UNI EN 1713:2003 – Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.

UNI EN 1714:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

UNI EN 1289:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità.

UNI EN 1290:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature.

UNI EN 12062:2004 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici.

UNI EN 473:2001 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

3.7 MATERIALI E PRODOTTI IN LEGNO PER USI STRUTTURALI

3.7.1 GENERALITÀ

Le prescrizioni contenute in questo paragrafo si applicano al legno massiccio e ai prodotti a base di legno per usi strutturali.

Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

3.7.1.1 ***Legno massiccio***

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale selezionato, in dimensioni d'uso nelle strutture, classificato, elemento per elemento, secondo la resistenza sulla base di specifiche normative.

I parametri di resistenza, di rigidezza e di massa volumica assegnati al legno strutturale vengono di regola determinati sulla base di prove sperimentali normalizzate che producono gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà soggetto nella struttura. Tali prove devono essere condotte su campioni significativi di elementi classificati in dimensione d'uso.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche.

Per tipi di legname non inclusi nelle norme vigenti è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra sulla base di confronti con specie legnose note aventi caratteristiche simili a quelle della specie incognita, oppure sulla base di correlazioni con i valori di resistenza, rigidezza e massa volumica ottenuti tramite prove eseguite su campioni di provini piccoli e netti. In questi due casi, tuttavia, si dovrà dimostrare di aver tenuto conto della minore affidabilità dei risultati rispetto a quelli ottenuti con il metodo ordinario.

La produzione, fornitura e utilizzazione del legno strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di rintracciabilità dei singoli elementi che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura almeno fino al momento della prima messa in opera.

I valori di resistenza e di rigidezza devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma **ISO 8375**. Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo e i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza che sarà determinante per la classificazione, e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.

3.7.1.2 ***Prodotti a base di legno***

Si considerano i seguenti prodotti a base di legno:

legno strutturale massiccio con giunti a dita legno;

legno lamellare incollato;

legno lamellare incollato con giunti a dita a tutta sezione;

pannelli a base di legno per uso strutturale;

altri prodotti a base di legno per impieghi strutturali.

La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti a base di legno per uso strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.

Il direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni previste dalle norme vigenti.

3.7.1.3 **Valori caratteristici**

Si definiscono *valori caratteristici di resistenza* di un tipo di legno i valori del frattile 5% della distribuzione delle resistenze, ottenuti sulla base dei risultati di prove sperimentali effettuate con una durata di 300 secondi su provini all'umidità di equilibrio del legno corrispondente alla temperatura di 20°C ed umidità relativa dell'aria del 65%.

Per il modulo elastico si fa riferimento sia ai valori caratteristici di modulo elastico (frattile 5% della distribuzione dei moduli elastici) sia ai valori medi, ottenuti nelle stesse condizioni di prova sopra specificate.

Si definisce *massa volumica caratteristica* il valore del frattile 5% della relativa distribuzione con massa e volume corrispondenti alle condizioni di umidità di equilibrio del legno alla temperatura di 20°C e umidità relativa dell'aria del 65%.

Esistono profili caratteristici riconosciuti come validi e affidabili per ciascun tipo di materiale sul quale è stata condotta una sperimentazione conforme alle normative in vigore.

3.7.1.4 **Produttore**

Si definisce *produttore* il soggetto legalmente responsabile della classificazione secondo la resistenza meccanica (così come definita nelle pertinenti norme tecniche citate nel seguito) del materiale o del prodotto a base di legno.

In assenza di esplicita indicazione contraria nei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali e prodotti a base di legno, ai fini della responsabilità legale il produttore coincide con il fornitore del materiale o del prodotto.

3.7.2 **LEGNO MASSICCIO**

I produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale devono essere qualificati così come specificato al punto 20.8.1.

All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il legno strutturale sia oggetto di attestato di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

Per il legno strutturale, nelle norme sono disponibili due tipi diversi di profili caratteristici:

- *categorie*: sono riferite a specifici "tipi di legname" ovvero specifiche combinazioni di specie legnosa/provenienza geografica/qualità. Le categorie sono contenute nelle diverse norme di classificazione dei diversi Paesi di produzione del legno strutturale;
- *classi di resistenza*: sono riunite nella **UNI EN 338** e costituiscono una raccolta di "profili normalizzati" di validità generale, utili allorché il progettista non desideri o non sia in grado di indicare un preciso tipo di legname.

Entrambi i tipi di profili caratteristici sono ugualmente ammissibili in sede di progettazione. Tuttavia, al momento della fornitura del materiale, la classificazione di quest'ultimo dovrà essere conforme a quanto prescritto nel progetto.

È ammessa l'equivalenza di una categoria alla corrispondente classe di resistenza (e viceversa) se tale equivalenza è stabilita dalla **UNI EN1912**.

Profili prestazionali caratteristici diversi da quelli sopra indicati potranno essere assunti nella progettazione sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali in conformità a quanto disposto nella **EN 14081** (o normativa riconosciuta equivalente, per legname di provenienza non europea).

3.7.2.1 *Profili caratteristici per legno strutturale di provenienza italiana*

Profili caratteristici per tipi di legno strutturale di provenienza italiana sono contenuti nelle **UNI 11035** (Parte 1 e Parte 2).

Nelle stesse norme si forniscono le regole di classificazione per i tipi di legname strutturale italiani, nonché indicazioni sulla procedura necessaria per l'attribuzione di profili caratteristici a tipi di legname non inclusi nella norma.

3.7.2.2 *Profili caratteristici per legno strutturale di provenienza non italiana*

Per tipi di legno strutturale di provenienza non italiana è possibile utilizzare le classi di resistenza equivalenti indicate nella **UNI EN 1912**.

3.7.2.3 *Legno strutturale con giunti a dita*

In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, gli elementi di legno strutturale con giunti a dita devono essere conformi alla **UNI-EN 385**.

3.7.2.4 **Segati di legno**

I segati di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

tolleranze sulla lunghezza e larghezza: +/- 10 mm;

tolleranze sullo spessore: +/- 2 mm;

umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma **UNI 9021/2**;

difetti visibili ammessi _____, valutati, in funzione della qualità, secondo le norme:

- conifere:
 - **ISO 1029** - Segati di conifere - Difetti - Classificazione;
 - **ISO 1030** - Segati di conifere - Difetti - Misurazione;
 - **ISO 1031** - Segati di conifere - Difetti - Termini e definizioni;
 - **UNI 8198** - Segati di conifere - Classificazione in base alla resistenza meccanica.
 - Latifoglie:
 - **ISO 2299** - Segati di latifoglie - Difetti - Classificazione;
 - **ISO 2300** - Segati di latifoglie - Difetti - Termini e definizioni;
 - **ISO 2301** - Segati di latifoglie - Difetti - Misurazione.
 - altre norme di riferimento:
 - **UNI 8947** - Segati di legno. Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione.
- trattamenti preservanti con metodo ____ e comunque resistenti ai ____, valutati secondo le seguenti norme:
- UNI 8662-1** - Trattamenti del legno. Termini generali;
 - UNI 8662-2** - Trattamenti del legno. Termini relativi all'impregnazione e alla preservazione;
 - UNI 8662-3** - Trattamenti del legno. Termini relativi all'essiccazione;
 - UNI 8859** - Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA);
 - UNI 8976** - Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto;
 - UNI 8940** - Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppio vuoto;
 - UNI 9090** - Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico;
 - UNI 9092-2** - Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante;
 - UNI 9030** - Segati di legno. Qualità di essiccazione.

3.7.3 LEGNO LAMELLARE INCOLLATO

3.7.3.1 *Requisiti di produzione*

I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale devono essere qualificati così come specificato al punto 25.8.2.

All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il legno lamellare incollato sia oggetto di attestato di qualificazione e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

3.7.3.2 *Classi di resistenza*

L'attribuzione degli elementi strutturali di legno lamellare ad una classe di resistenza viene effettuata dal produttore secondo quanto previsto ai punti seguenti.

Classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle

Le lamelle sono da considerare a tutti gli effetti elementi di legno strutturale e sono quindi tutte individualmente classificate dal produttore come previsto in 25.2.

L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento "omogeneo") oppure da lamelle di diversa qualità (elemento "combinato") secondo quanto previsto nella norma **UNI EN 1194**.

Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato.

Attribuzione diretta in base a prove sperimentali

Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla **UNI EN 1194**, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla norma **EN 14080**.

3.7.3.3 *Dimensioni delle lamelle*

Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore s e l'area della sezione trasversale A indicati nella **UNI-EN 386**.

3.7.3.4 ***Giunti a dita "a tutta sezione"***

I giunti a dita "a tutta sezione" devono essere conformi a quanto previsto dalla norma **UNI-EN 387**.

Non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambia in corrispondenza del giunto.

3.7.3.5 ***Controllo della qualità***

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- prova di delaminazione;
- prova di intaglio;
- controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

3.7.4 **ADESIVI**

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.

Le caratteristiche degli adesivi per legno devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 301 - Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali.

UNI EN 302-1 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza del giunto al taglio a trazione longitudinale.

UNI EN 302-2 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla delaminazione (Metodo di laboratorio).

UNI EN 302-3 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto dell'attacco acido alle fibre del legno, dovuto ai trattamenti ciclici di temperature e umidità, sulla resistenza alla trazione trasversale.

UNI EN 302-4 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto del ritiro del legno sulla resistenza al taglio.

Esempi di adesivi idonei sono forniti nella tabella 25.1, nella quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione: ad alto rischio e a basso rischio

Tabella 25.1 - Tipi di adesivi idonei

Categoria d'esposizione e condizioni di esposizione tipiche	Esempi di adesivi
Ad alto rischio	
<p>Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato).</p> <p>Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °C, per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.</p> <p>Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria.</p> <p>Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.</p>	<p>RF</p> <p>PF</p> <p>PF/RF</p>
A basso rischio	
<p>Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati.</p> <p>Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.</p> <p>Edifici riscaldati ed aerati nei quali l'umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °C, per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese ed altri edifici.</p>	<p>RF</p> <p>PF</p> <p>PF/RF</p> <p>MF/UF</p> <p>UF</p>
<p>RF: Resorcinolo-formaldeide.</p> <p>PF: Fenolo-formaldeide.</p> <p>PF/RF: Fenolo/resorcinolo-formaldeide.</p> <p>MF/UF: Melamina/urea-formaldeide.</p> <p>UF: Urea-formaldeide e UF modificato</p>	

3.7.5 ELEMENTI MECCANICI DI COLLEGAMENTO

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma **ISO 6891**. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.

Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati:

classe di umidità 1: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 +/- 2°C e ad una umidità relativa

nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12%;

classe di umidità 2: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 +/- 2°C e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera il 80% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18%;

classe di umidità 3: condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

Tabella 25.2. - Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la norma UNI ISO 2081

Classe di umidità	Trattamento
1	Nessuno ⁽¹⁾
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c ⁽²⁾
(1) Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c. (2) In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.	

3.7.6 DURABILITÀ DEL LEGNO E DERIVATI

3.7.6.1 Generalità

Al fine di garantire alla struttura adeguata durabilità si devono considerare i seguenti fattori tra loro correlati:

- l'uso della struttura;
- le condizioni ambientali prevedibili;
- la composizione, le proprietà e le prestazioni dei materiali;
- la forma degli elementi strutturali e i particolari costruttivi;
- la qualità dell'esecuzione e il livello di controllo della stessa;
- le particolari misure di protezione;
- la probabile manutenzione durante la vita presunta.

È necessario inoltre adottare in fase di progetto idonei provvedimenti volti alla protezione dei materiali.

3.7.6.2 *Requisiti di durabilità naturale dei materiali a base di legno*

Il legno e i materiali a base di legno devono possedere un'adeguata durabilità naturale per la classe di rischio prevista in servizio, oppure devono essere sottoposti a un trattamento preservante adeguato.

Per i prodotti in legno massiccio, una guida alla durabilità naturale e trattabilità delle varie specie legnose è contenuta nella **UNI EN 350**, mentre una guida ai requisiti di durabilità naturale per legno da utilizzare nelle classi di rischio è contenuta nella **UNI-EN 460**.

Le definizioni delle classi di rischio di attacco biologico e la metodologia decisionale per la selezione del legno massiccio e dei pannelli a base di legno appropriati alla classe di rischio sono contenute nelle **UNI EN 335** (Parte 1, Parte 2 e Parte 3).

La classificazione di penetrazione e ritenzione dei preservanti è contenuta nelle **UNI EN 351** (Parte 1 e Parte 2).

Le specifiche relative alle prestazioni dei preservanti per legno e alla loro classificazione ed etichettatura sono indicate nelle **UNI EN 599** (Parte 1 e Parte 2).

3.7.6.3 *Resistenza alla corrosione*

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione. L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della classe di servizio in cui opera la struttura.

3.7.7 PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE E ACCETTAZIONE DEL LEGNO

Le caratteristiche dei materiali, o secondo eventuali altre prescrizioni in funzione della specifica opera, devono essere garantite dai fornitori e/o produttori, per ciascuna fornitura, secondo le disposizioni che seguono.

Il direttore dei lavori potrà far eseguire prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti.

3.7.7.1 *Legno massiccio*

Per la qualificazione della produzione, i produttori di legno strutturale massiccio devono produrre al Servizio tecnico centrale, per ciascun stabilimento, la documentazione seguente:

- l'individuazione dello stabilimento cui l'istanza si riferisce;
- il tipo di elementi strutturali che l'azienda è in grado di produrre;
- l'organizzazione del sistema di rintracciabilità relativo alla produzione di legno strutturale;

- l'organizzazione del controllo interno di produzione, con l'individuazione di un "direttore tecnico della produzione" qualificato alla classificazione del legno strutturale;
- il marchio afferente al produttore (in seguito denominato *marchio del fornitore*) specifico per la classe di prodotti "elementi di legno massiccio per uso strutturale".

I produttori sono tenuti ad inviare al Servizio tecnico centrale, ogni anno, i seguenti documenti:

- a) una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità dell'organizzazione del controllo interno di qualità o le eventuali modifiche;
- b) i risultati dei controlli interni eseguiti nell'ultimo anno, per ciascun tipo di prodotto, da cui risulti anche il quantitativo di produzione.

Il mancato rispetto delle condizioni sopra indicate, accertato anche attraverso sopralluoghi, può comportare la decadenza della qualificazione.

Tutte le forniture di elementi in legno massiccio per uso strutturale devono essere marcate e accompagnate da una documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto.

Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile depositata presso il Servizio tecnico centrale, conforme alla norma **EN 14081**.

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in lotti, differenti possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di legname nonché al lotto di classificazione e alla data di classificazione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio tecnico centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

Qualora, sia presso gli utilizzatori sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o lotto) venisse scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto, è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio tecnico centrale.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio tecnico centrale.

Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio tecnico centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

3.7.7.2 Legno lamellare

I produttori di elementi in legno lamellare, per i quali valgono integralmente tutte le disposizioni di cui al precedente punto 25.8.1, devono dotarsi di un sistema di controllo della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo.

Ai produttori di elementi in legno lamellare è fatto altresì obbligo di:

- a) sottoporre la produzione, presso i propri stabilimenti a un controllo continuo documentato condotto sulla base della **UNI-EN 386**. Il controllo della produzione deve essere effettuato a cura del direttore tecnico di stabilimento, che deve provvedere alla trascrizione dei risultati delle prove su appositi registri di produzione. Detti registri devono essere disponibili al Servizio tecnico centrale e, limitatamente alla fornitura di competenza, al direttore dei lavori e al collaudatore della costruzione;
- b) nella marchiatura dell'elemento, oltre a quanto già specificato nel punto 25.8.1, deve essere riportato anche l'anno di produzione.

3.7.7.3 *Pannelli a base di legno*

Ai produttori di pannelli a base di legno per impieghi strutturali per i quali, per quanto applicabili, valgono integralmente tutte le disposizioni di cui ai precedenti punti 25.8.1 e 25.8.2, è fatto altresì obbligo di sottoporre la produzione ai controlli previsti per gli impieghi strutturali conformemente a quanto indicato nella **EN 13986**.

3.7.7.4 *Altri prodotti a base di legno*

Ai produttori di elementi a base di legno per impieghi strutturali che non rientrino tra quelli precedentemente esaminati, per quanto applicabili, valgono integralmente tutte le disposizioni di cui ai precedenti punti 25.8.1 e 25.8.2; è fatto altresì obbligo di sottoporre la produzione ai controlli previsti per impieghi strutturali nelle normative EN applicabili.

3.7.7.5 *Prodotti provenienti dall'estero*

Gli adempimenti di cui ai punti 25.8.1 fino a 25.8.4 si applicano anche agli eventuali prodotti finiti provenienti dall'estero.

Per i prodotti provenienti da Paesi esteri, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, il fornitore potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma, inoltrare al Servizio tecnico centrale domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

3.7.7.6 ***Laboratori di prove e controlli***

Sono abilitati ad effettuare le prove e i controlli, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e i laboratori ufficiali abilitati ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 in materia di prove e controlli sul legno.

CAPITOLO 4 - MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

4.1 SCAVI E SBANCAMENTI

4.1.1 GENERALITÀ

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto per il raggiungimento del piano di posa delle fondazioni, nonché per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassettoni e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati.

Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti restando lo stesso oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate .

Per l'effettuazione sia degli scavi, che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli destinati all'impianto di rilevati.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli scavi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi, mantenendo all'occorrenza dei canali fugatori.

4.1.2 RICOGNIZIONE

L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o erroneamente indicati) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

4.1.3 VIABILITÀ NEI CANTIERI

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato a un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso e ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

4.1.4 SPLATEAMENTO E SBANCAMENTO

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco, secondo le prescrizioni dell'art. 12 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono avere un'inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 1,50 m è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve provvedersi all'armatura o al consolidamento del terreno.

Nei lavori di scavo eseguiti con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Il posto di manovra dell'addetto all'escavatore, quando questo non sia munito di cabina metallica, deve essere protetto con solido riparo. Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dello scavo.

4.1.5 SCAVO A SEZIONE OBBLIGATA

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 1,50 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, secondo le prescrizioni dell'art. 13 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi almeno 30 cm rispetto al livello del terreno o stradale.

Nell'infissione di pali di fondazione devono essere adottate misure e precauzioni per evitare che gli scuotimenti del terreno producano lesioni o danni alle opere vicine, con pericolo per i lavoratori.

4.1.6 IMPIEGO DI ESPLOSIVI

Nella esecuzione degli scavi di sbancamento e di fondazione sarà vietato, di regola, l'uso degli esplosivi. Ove comunque la Direzione Lavori consentisse tale uso, con disposizione scritta, l'Appaltatore sarà tenuto ad osservare tutte le disposizioni di legge e di regolamento vigenti in materia nonché ad adottare tutte le cautele richieste dal particolare lavoro, assumendosi nel contempo ogni responsabilità per eventuali danni a persone e cose.

4.1.7 DEPOSITO DI MATERIALI IN PROSSIMITÀ DEGLI SCAVI

È vietato, secondo le prescrizioni dell'art. 14 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi, soprattutto se privi delle necessarie armature, in quanto il materiale accumulato può esercitare pressioni tali da provocare frane.

Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro si deve provvedere alle necessarie puntellature.

4.1.8 SISTEMAZIONE DI STRADE, ACCESSI E RIPRISTINO PASSAGGI

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni, la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe, scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom, P.T., Comuni, Consorzi, Società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere suaccennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti

proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltre che, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Rimane stabilito che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estraneo il committente e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico al committente gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi dei cavi o condotte che si rendessero necessari.

4.1.9 SMACCHIAMENTO DELL'AREA

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

4.1.10 ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI O DI INFILTRAZIONE

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

4.1.11 DIVIETI PER L'APPALTATORE DOPO L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI

L'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione, prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

4.1.12 RIPARAZIONE DI SOTTOSERVIZI

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati con o senza incuria dall'impresa durante gli scavi e demolizioni e certificati dalla direzione dei lavori.

4.2 RILEVATI E RINTERRI

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione

dei lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati ed evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata o imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'appaltatore.

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

4.3 FONDAZIONI

4.3.1 PIANO DI FONDAZIONE

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno e essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

4.3.2 MAGRONE

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il costipamento dello stesso secondo le modalità previste dal presente Capitolato speciale, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.

Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro sarà desunto dagli elaborati progettuali esecutivi.

4.4 CONFEZIONAMENTO E POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

4.4.1 CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN C.A. NORMALE

4.4.1.1 *Trasporto e consegna*

Il direttore dei lavori prima dell'accettazione del calcestruzzo dovrà verificare l'eventuale segregazione dei materiali, perdita di componenti o contaminazione della miscela durante il trasporto e lo scarico dai mezzi.

Per il calcestruzzo preconfezionato i tempi di trasporto devono essere commisurati alla composizione del calcestruzzo ed alle condizioni atmosferiche

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo contenente almeno i seguenti dati:

impianto di produzione;

quantità in mc del calcestruzzo trasportato;

dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;

denominazione o marchio dell'ente di certificazione;

ora di carico;

ore di inizio e fine scarico;

dati dell'appaltatore;

cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

tipo e classe di resistenza del cemento;

tipo di aggregato;

tipo di additivi eventualmente aggiunti;

rapporto acqua/cemento;

prove di controllo di produzione del calcestruzzo;

sviluppo della resistenza;

provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza caratteristica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

Norma di riferimento

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

4.4.1.2 *Getto*

Modalità

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare la corretta posizione delle armature metalliche; la rimozione di polvere, terra, ecc, dentro le casseformi; i giunti di ripresa delle armature; la bagnatura dei casseri; le giunzioni tra i casseri; la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali; la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni ad armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm, inoltre l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono

adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad $1/3$ del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati, la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per la protezione delle strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme: piogge, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno quindici giorni e comunque fino a 28 giorni in climi caldi e secchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito

Le interruzioni del getto devono essere limitate al minimo possibile, in tutti i casi devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori.

Le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo.

Le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo. La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta:

con la scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;

spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;

collegando i due getti con malta collegamento a ritiro compensato.

Getti in climi freddi

I getti di calcestruzzo in climi freddi non devono essere eseguiti a temperatura inferiore a 0°C . Nei casi estremi la direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di additivi acceleranti. In caso di temperature molto basse il calcestruzzo dovrà essere confezionato con inerti preriscaldati con vapore ed acqua con temperatura tra 50 e 90°C , avendo cura di non mescolare il cemento con l'acqua calda per evitare una rapida presa.

A discrezione della direzione dei lavori anche le casseforme potranno essere riscaldate dall'esterno mediante vapore acqueo, acqua calda od altro.

Getti in climi caldi

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte ovvero quando la temperatura risulta più bassa.

I calcestruzzo dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto. Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, ad esempio tenendo all'ombra gli inerti ed aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

4.4.1.3 *Vibrazione e compattazione*

La compattazione del calcestruzzo deve essere appropriata alla consistenza del calcestruzzo. Nel caso di impiego di vibratori l'uso non deve essere prolungato per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico ed il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

4.4.1.4 *Stagionatura e protezione*

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo armato potrà essere favorita approntando accorgimenti per prevenire il prematuro essiccamento per effetto dell'irraggiamento solare e dell'azione dei venti, previa autorizzazione della direzione dei lavori, mediante copertura con teli di plastica, rivestimenti umidi, getti d'acqua nebulizzata sulla superficie, prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione e, in ultimo, allungando i tempi del disarmo. I metodi predetti possono essere applicati sia separatamente o combinati.

I tempi di stagionatura potranno essere determinati con riferimento alla maturazione in base al grado di idratazione della miscela di calcestruzzo, agli usi locali, ecc. Per determinare lo sviluppo della resistenza e la durata della stagionatura del calcestruzzo si farà riferimento al prospetto 12 della norma **UNI EN 206-1**.

L'appaltatore deve quindi garantire un adeguato periodo di stagionatura protetta, iniziato immediatamente dopo aver concluso le operazioni di posa in opera, il calcestruzzo potrà raggiungere le sue proprietà potenziali nella massa e in

particolare nella zona superficiale.

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve ad evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;

il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;

che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dal progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Tutte le superfici delle strutture gettate dovranno essere mantenute umide per almeno 15 gg. dopo il getto mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo ovvero mediante continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi, e comunque fino a 28 gg. in climi caldi e secchi.

Per le solette è preferibile utilizzare i prodotti filmogeni citati o eseguire la bagnatura continuamente rinnovata. Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in c.a. sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

4.4.1.5 .Fessurazione superficiale

Per le strutture in c.a. in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori. Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

4.4.1.6 ***Norma di riferimento***

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI 8656 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti.

UNI 8657 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua.

UNI 8658 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento.

UNI 8659 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco.

UNI 8660 - Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

4.4.1.7 ***Maturazione accelerata a vapore***

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

4.4.1.8 ***Disarmo delle strutture***

Il disarmo deve avvenire per gradi, adottando gli opportuni provvedimenti necessari ad evitare l'innescare di azioni dinamiche; non deve comunque avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

Il disarmo di armature provvisorie di grandi opere quali:

centine per ponti ad arco;

coperture ad ampia luce e simili;

altre opere che non rientrano negli schemi di uso corrente;

deve essere eseguito:

con cautela,

da operai pratici,

sotto la stretta sorveglianza del capo cantiere,

solo dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

Il disarmo deve essere eseguito ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, le operazioni non devono provocare danni, soprattutto agli spigoli delle strutture.

L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro giorni _____ dalla data di esecuzione del getto.

Il caricamento delle strutture in c.a. disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo ed i carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

In ogni caso per il disarmo delle strutture in c.a. si farà riferimento alle norme:

D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

UNI EN 206-1 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

Tabella 71.1 – Tempi minimi in giorni per il disarmo delle strutture in c.a. dalla data del getto

Tipologia di struttura	Calcestruzzo normale	Calcestruzzo ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette si luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

4.4.1.9 Casseforme e puntelli

Caratteristiche delle casseforme

Nella realizzazione delle strutture in c.a. devono essere impiegate casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso le casseforme dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Potranno essere adottate apposite matrici se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Tabella 71.2. Legname per carpenteria

Legname	Utilizzo	Dimensioni
Tavolame	Tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	Tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
Legname segato	Travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12x12 a 20x20 cm lunghezza 4 m

Legname tondo	Antenne, candele	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	Pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
Residui di lavorazioni precedenti	Da tavole (mascelle)	lunghezza >20 cm
	Da travi (mozzature)	
Fonte: AITEC, Il cemento armato: carpenteria		

Pulizia e trattamento

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non altera il colore.

Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiacca e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla direzione lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

Legature delle casseforme e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa

informazione alla direzione dei lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare.

È vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

4.4.1.10 Disarmo

I casseri e i puntelli devono rimanere indisturbati fino alla data di disarmo delle strutture. I casseri e i puntelli devono assicurare le tolleranze strutturali in modo da non compromettere l'idoneità delle strutture interessate.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno stati raggiunti i tempi di stagionatura ritenuti ottimali dal direttore dei lavori, se maggiori, i tempi prescritti dal progettista per ottenere le resistenze richieste.

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1,0 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Disarmanti

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo, la permeabilità, influenzarne la presa, formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali; in generale le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore; lo stesso vale per l'applicazione del prodotto.

Norme di riferimento:

UNI 8866-1 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione.

UNI 8866-2 - Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato.

Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori, che dovrà autorizzare i materiali e la metodologia, proposti dal progettista, da utilizzare per l'intervento.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura con idonei prodotti delle superfici del getto.

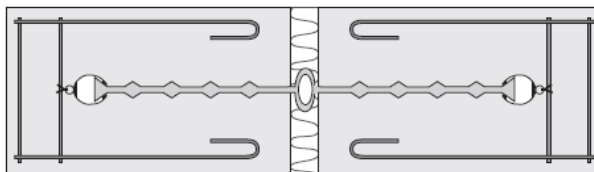
4.5 REALIZZAZIONE DI GIUNTI STAGNI PER STRUTTURE IN C.A.

4.5.1 GIUNTI DI RIPRESA DI GETTO

Le riprese di getto dei muri di contenimento verranno impermeabilizzate con cordoni waterstop idroespansivo in miscela di bentonite sodica e speciali polimeri aggreganti tipo **WATERJOINT B 25.20** applicato mediante chiodatura centralmente al getto prima della ripresa di getto.

4.5.2 GIUNTI VERTICALI

I giunti verticali dei muri controterra saranno impermeabilizzati giunti waterstop in PVC che assicurano la tenuta idraulica anche in presenza di pressioni.



4.6 ARMATURE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A.

4.6.1 CONTROLLO DEL PESO E DELLA SEZIONE

Per il controllo del peso effettivo da ogni partita dovranno essere prelevati dei campioni di barra. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste nel D.M. attuativo della Legge n. 1086/1971 il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze previste nel D.M. 14 gennaio 2008, dovranno essere aggiunte (modificando i disegni di progetto e informando il direttore dei lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

Non esiste tolleranza sul peso teorico di campione spazzolato del diametro nominale dell'acciaio costituente l'armatura delle strutture.

4.6.2 GIUNZIONI E SALDATURE

Eventuali giunzioni, quando non evitabili, dovranno essere realizzate tramite manicotti filettati.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare.

L'impiego di saldature non è di norma consentito e può essere applicato per le gabbie di armatura dei pali di fondazione e in casi speciali dietro autorizzazione della direzione dei lavori.

Per le gabbie di armatura dovranno comunque essere effettuati prelievi barre con elementi di staffa saldati da sottoporre a prove di trazione presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 con lo scopo di verificare che la saldatura non abbia provocato una riduzione di resistenza nelle barre. Negli altri casi le modalità di saldatura, che devono essere descritte in apposita procedura redatta dall'appaltatore, devono essere approvate dalla direzione dei lavori prima dell'inizio delle attività.

Nel corso dei lavori il direttore dei lavori, per giustificati motivi, potrà comunque richiedere ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

4.6.3 REALIZZAZIONE DELLE GABBIE E POSIZIONAMENTO DELLE ARMATURE PER C.A.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto.

4.6.4 ARMATURE MINIME DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A

4.6.4.1 Generalità

Le armature di elementi strutturali in c.a. devono rispettare le dimensioni minime stabilite dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

4.6.4.2 Armatura longitudinale

Gli elementi strutturali devono possedere una sufficiente robustezza. Per gli elementi strutturali delle costruzioni civili consistenti in travi, pilastri, ecc, l'armatura parallela all'asse dell'elemento non deve essere inferiore allo 0,3% dell'area totale della sezione di conglomerato cementizio, opportunamente distribuita sulla sezione in funzione del tipo di sollecitazione prevalente.

Nelle sezioni a spigoli vivi, occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per le sezioni a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 200 mm.

Per le strutture in zona sismica, il rapporto tra le aree delle armature longitudinali ai due lembi non può essere inferiore a 0,5.

4.6.4.3 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere adeguatamente protetta dall'ambiente esterno dal conglomerato. La superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm. Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

4.6.4.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali non possono essere interrotte o sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri), bensì nelle zone di minore sollecitazione lungo l'asse della trave.

Quando invece si deve realizzare la continuità con altra barra in zona tesa, la continuità deve essere realizzata con sovrapposizioni o altri dispositivi possibilmente posizionati nelle regioni di minor sollecitazione. In ogni caso le sovrapposizioni o i dispositivi utilizzati devono essere opportunamente sfalsati.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro;

saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati e la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;

manicotto filettato o presso-estruso. Tale tipo di giunzione deve essere preventivamente validata mediante prove sperimentali.

4.6.4.5 ***Pilastri***

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono essere maggiori od uguali a 12 mm.

Nelle sezioni a spigoli vivi occorrerà disporre una barra longitudinale in corrispondenza di ciascuno spigolo. Per i tratti a perimetro continuo, le barre longitudinali non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 10 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Le staffe devono essere chiuse e conformate in modo da contrastare efficacemente, lavorando a trazione, gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno; il loro diametro non deve essere minore di 6 mm e di 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Per le strutture in zona sismica, e per una distanza dalla sezione di momento flettente massimo pari a 0,33 volte la distanza tra le sezioni di momento flettente massimo e nullo, le staffe devono essere disposte ad interasse non maggiore di 5 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 100 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 8 mm e di 1/3 del diametro massimo delle barre longitudinali.

4.6.4.6 ***Strutture bidimensionali piane e curve***

Nel caso di strutture bidimensionali piane, con sforzo prevalente agente nel piano medio dello spessore (lastre, setti, travi parete), le reti di armatura disposte su entrambe le facce devono essere tra loro collegate con ganci e devono rispondere ai seguenti requisiti:

diametro minimo delle barre disposto nella direzione degli sforzi prevalenti = 10 mm;

diametro minimo delle barre trasversali = 6 mm;

elementi di collegamento tra le due reti: almeno 6 per ogni m² di parete;

percentuale minima di armatura nelle due direzioni per ogni strato di rete pari allo 0,15 %.

Particolare attenzione deve essere posta nella disposizione delle armature nelle zone di introduzione di forze, in corrispondenza degli appoggi o di aperture.

Per strutture bidimensionali piane, con carico prevalente agente ortogonalmente al piano medio dello spessore (piastre o solette), si devono rispettare i seguenti requisiti:

diametro minimo delle barre = 6 mm;

percentuale minima di armatura nelle due direzioni principali di flessione pari allo 0,15%;

elementi di sostegno per le armature superiori: almeno 6 per ogni m²;

armature di intradosso ancorate in corrispondenza degli appoggi e in quantità sufficiente da assorbire la reazione d'appoggio.

Nelle strutture a guscio, a semplice o doppia curvatura, valgono le regole riportate per le lastre, ma con un numero di collegamenti tra le due reti di armatura adeguato all'entità degli sforzi e alla curvatura.

4.7 REGOLE DI ESECUZIONE PER LE STRUTTURE IN ACCIAIO

4.7.1 COMPOSIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

4.7.1.1 *Spessori limite*

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Tali limitazioni non riguardano ovviamente elementi e profili sagomati a freddo.

4.7.1.2 *Impiego di ferri piatti*

L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiera, per anime e relativi coprighiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrane aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) sono verificati anche nella direzione normale a quella di laminazione.

4.7.1.3 *Variazioni di sezione*

Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile graduali, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.

Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrane principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti devono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.

4.7.1.4 ***Giunti di tipo misto***

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

4.7.2 **UNIONI A TAGLIO CON BULLONI NORMALI**

4.7.2.1 ***Bulloni***

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne deve tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.

In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.

4.7.2.2 ***Tolleranze foro-bullone. Interassi dei bulloni e distanze dai margini***

I fori devono avere un diametro uguale a quello del bullone maggiorato non più di 1 mm per diametri del bullone inferiori a 20 mm e di 1,5 mm per diametri dei bulloni superiori a 20 mm.

4.7.3 **UNIONI AD ATTRITO CON BULLONI AD ALTA RESISTENZA**

4.7.3.1 ***Pulizia delle superfici***

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con $\mu = 0,45$ devono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

4.7.3.2 ***Bulloni***

I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la **UNI EN 20898**.

4.7.3.3 ***Interasse dei bulloni e distanze dai margini***

Valgono le limitazioni di cui alla normativa CNR 10011

4.7.3.4 **Serraggio dei bulloni**

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;

dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

4.7.3.5 **Prescrizioni particolari**

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non hanno giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

4.7.4 **UNIONI SALDATE**

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

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo **EN 287-1** da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a *T* con cordoni d'angolo potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo **EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo **EN 2883**.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termicamente alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, e accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo **EN 473** almeno di secondo livello.

È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché garantiti da adeguata documentazione tecnica. Le saldature dovranno in ogni caso essere sottoposte a controlli non distruttivi finali al fine di accertare la rispondenza ai livelli di qualità richiesti dal progetto. L'entità e il tipo di controlli sono definiti nel capitolo 11 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

4.7.5 UNIONI PER CONTATTO

Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrane collegate.

Le membrane senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.

Per le membrane munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:

per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;

per flange di spessore compreso tra i 50 e i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;

per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contropiastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;

per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre.

4.7.6 PIASTRE OD APPARECCHI DI APPOGGIO

4.7.6.1 *Basi di colonne*

Le piastre di appoggio e le relative eventuali costolature devono essere proporzionate in modo da assicurare una ripartizione approssimativamente lineare della pressione sul cuscinetto sottostante.

I bulloni di ancoraggio devono essere collocati a conveniente distanza dalle superfici che limitano lateralmente la fondazione.

4.7.6.2 *Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)*

Di regola, per gli appoggi scorrevoli, non sono da impiegare più di due rulli o segmenti di rullo; se i rulli sono due occorrerà sovrapporre ad essi un bilanciante che assicuri l'equipartizione del carico. Il movimento di traslazione dei rulli deve essere guidato in modo opportuno, dispositivi di arresto devono essere previsti dove il caso lo richieda. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto possono essere di acciaio fuso, oppure ottenute per saldatura di laminati di acciaio. Le superfici di contatto devono essere lavorate con macchina utensile.

4.7.6.3 *Appoggi di gomma*

Per gli appoggi di gomma si applicheranno le istruzioni di cui alla norma **CNR 10018/87** (Bollettino Ufficiale C.N.R. - xxvi - n. 161 - 1992).

4.7.6.4 *Appoggio delle piastre di base*

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la sua superficie sulla sottostruttura attraverso un letto di malta.

4.7.7 TRAVI A PARETE PIENA E RETICOLARI

4.7.7.1 *Travi chiodate*

Nel proporzionamento delle chiodature che uniscono all'anima i cantonali del corrente caricato, si deve tener conto del contributo di sollecitazione di eventuali carichi direttamente applicati al corrente stesso. Se tali carichi sono concentrati ed il corrente è sprovvisto di piattabande, si provvederà a diffonderli con piastra di ripartizione.

Le interruzioni degli elementi costituenti le travi devono essere convenientemente distanziate e singolarmente provviste di coprigiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprigiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprigiunti destinati a ricostituire l'intera sezione dell'anima devono estendersi all'intera altezza di essa.

Nelle travi con pacchetti di piattabande distribuite con il criterio di ottenere l'uniforme resistenza a flessione, ciascuna piattabanda deve essere attaccata al pacchetto esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo; il prolungamento di ogni piattabanda oltre la sezione in cui il momento flettente massimo eguaglia quello resistente, deve essere sufficiente per consentire la disposizione di almeno due file di chiodi, la prima delle quali può essere disposta in corrispondenza della sezione suddetta.

4.7.7.2 *Travi saldate*

Quando le piattabande sono più di una per ciascun corrente si potranno unire tra loro con cordoni d'angolo laterali lungo i bordi, purché abbiano larghezza non maggiore di 30 volte lo spessore.

L'interruzione di ciascuna piattabanda deve avvenire esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo, prolungandosi per un tratto pari almeno alla metà della propria larghezza. In corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo tronco di piattabanda si deve eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e sezione dissimmetrica col lato più lungo nella direzione della piattabanda. Inoltre, in presenza di fenomeni di fatica, la piattabanda deve essere raccordata al cordone con opportuna rastremazione.

4.7.7.3 *Nervature dell'anima*

Le nervature di irrigidimento dell'anima in corrispondenza degli appoggi della trave o delle sezioni in cui sono applicati carichi concentrati devono essere, di regola, disposte simmetricamente rispetto all'anima e verificate a carico di punta per l'intera azione localizzata.

Potrà a tali effetti considerarsi collaborante con l'irrigidimento una porzione d'anima di larghezza non superiore a 12 volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse.

Per la lunghezza d'inflessione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento ed in ogni caso non inferiore ai $\frac{3}{4}$ dell'altezza dell'anima.

Le nervature di irrigidimento di travi composte saldate devono essere collegate all'anima mediante cordoni di saldatura sottili e, di regola, continui. Nel caso si adottino cordoni discontinui, la lunghezza dei tratti non saldati dovrà essere inferiore a 12 volte lo spessore dell'anima, e, in ogni caso, a 25 cm; inoltre nelle travi soggette a fatica si verificherà che la tensione longitudinale nell'anima non superi quella ammissibile a fatica per le disposizioni corrispondenti.

4.7.7.4 *Travi reticolari*

Gli assi baricentrici delle aste devono di regola coincidere con gli assi dello schema reticolare; tale avvertenza è particolarmente importante per le strutture sollecitate a fatica. La coincidenza

predetta per le aste di strutture chiodate o bullonate costituite da cantonali può essere osservata per gli assi di chiodatura e bullonatura anziché per gli assi baricentrici.

Il baricentro della sezione resistente del collegamento ai nodi deve cadere, di regola, sull'asse geometrico dell'asta. Ove tale condizione non sia conseguibile, dovrà essere considerato, nel calcolo del collegamento, il momento dovuto all'eccentricità tra baricentro del collegamento e asse baricentrico dell'asta.

Nei correnti a sezione variabile gli elementi, che via via si richiedono in aumento della sezione resistente, devono avere lunghezza tale da essere pienamente efficienti là dove ne è necessario il contributo.

4.7.7.5 Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.

Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto. Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo. Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati, potranno essere invece zincati a caldo.

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12329 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio.

UNI EN 12330 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio.

UNI EN 12487 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio.

UNI EN 12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.

UNI EN 1403 - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali.

UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale.

UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti.

UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione.

UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione.

UNI EN ISO 12944-6 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni.

UNI EN ISO 12944-7 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

4.8 ESECUZIONE DI STRUTTURE IN LEGNO

4.8.1 GENERALITÀ

Le membrature compresse e i loro collegamenti (come per esempio i giunti di carpenteria), per cui possa essere prevedibile il collasso a causa dell'inversione di segno della sollecitazione, devono essere progettati in modo tale che non si verifichino separazioni, dislocazioni e disassamenti.

Il collegamento non può essere realizzato mediante spinotti o chiodi a gambo liscio.

Per assorbire tensioni perpendicolari alle fibre, si devono disporre dispositivi aggiuntivi al fine di evitare l'innesco di fratture parallele alle fibre (*splitting*).

La distribuzione delle forze di taglio negli impalcati deve essere valutata tenendo conto della disposizione effettiva in pianta degli elementi di controvento verticali ed i vincoli nel piano orizzontale tra impalcato e pareti portanti verticali devono essere di tipo bilatero. Tutti i bordi dei rivestimenti strutturali devono essere collegati agli elementi del telaio: i rivestimenti strutturali che non terminano su elementi del telaio devono essere sostenuti e collegati da appositi elementi di bloccaggio resistenti a taglio. Dispositivi con funzione analoga devono essere inoltre disposti nei diaframmi orizzontali posti al di sopra di elementi verticali di controvento (ad esempio le pareti). La continuità delle travi deve essere assicurata, specialmente in corrispondenza delle zone di impalcato che risultano perturbate dalla presenza di aperture. In assenza di elementi di controvento trasversali intermedi lungo la trave, il rapporto altezza/spessore per una trave a sezione rettangolare deve sufficientemente limitato.

La spaziatura degli elementi di fissaggio in zone di discontinuità deve essere opportunamente ridotta rispetto a quanto previsto nelle condizioni non sismiche.

Quando gli impalcati sono considerati, ai fini dell'analisi strutturale, come rigidi nel loro piano, in corrispondenza delle zone nelle quali si attua il trasferimento delle forze orizzontali agli elementi

verticali (ad es. le pareti di controvento) si dovrà assicurare il mantenimento della direzione di tessitura delle travi di impalcato.

4.8.2 DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE E CONTROLLO DELL'ESECUZIONE

4.8.2.1 *Instabilità laterale*

Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce deve essere limitato a $1/450$ della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad $1/300$ della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno, i suoi componenti derivati e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato a un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

4.8.2.2 *Incollaggio*

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

4.8.2.3 **Unioni con dispositivi meccanici**

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato di almeno $10d$, essendo d il diametro del chiodo. I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso. Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno $3d$ e spessore di almeno $0,3d$ (essendo d il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di 0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti. Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
- b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50 % del diametro del gambo;
- c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

4.8.2.4 **Assemblaggio**

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

CAPITOLO 5 - ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

5.1 PROVE SUI RILEVATI

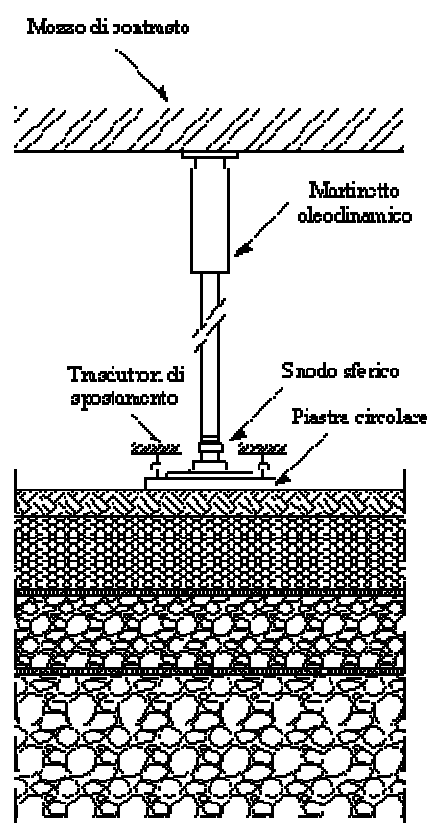
Il parametro che caratterizza il sottofondo delle sovrastrutture stradali è la portanza, cioè il massimo carico supportabile, ovvero quello che in determinate condizioni realizza un prestabilito cedimento. Al fine di valutare la portanza, si sottoporrà il sottofondo a prova di carico su piastra (C.N.R. 146/92) .

Tramite la prova su piastra si determinerà il modulo elastico statico, il modulo di deformazione risultante (sott.+fondazione), nonché il grado di costipamento dell'ammasso.

La risposta del terreno potrà essere valutata con diverse metodologie, ad esempio utilizzando o il Modello di semispazio omogeneo ed isotropo di Boussinesq o quello di letto di molle di Winkler.

L'appaltatore dovrà fornire un report con i diagrammi carico-cedimenti letti dai trasduttori di spostamento (disposti solitamente in numero di 3 a 120°). Il report dovrà inoltre contenere i valori stimati dei seguenti parametri:

- Cedimento in corrispondenza del carico massimo;
- Modulo di deformazione o compressibilità;
- Modulo di reazione.



5.2 CONTROLLI REGOLAMENTARI SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

5.2.1 RESISTENZA CARATTERISTICA

Agli effetti del capitolo 11 delle Norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione.

La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

5.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CONGLOMERATO

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone così la conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

a) Valutazione preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio: aggregati, cementi, acque ed additivi, e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza (UNI EN 206-1).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello **2+**. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

b) Controllo di accettazione

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali: la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc.

Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

c) Prove complementari

Comprende tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o, ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

5.2.3 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

5.2.4 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quelle stabilite dal progetto e garantite in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

controllo tipo A;

controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo e il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 111.1.

Tabella 111.1 – Confronto tra il controllo A e B

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_l \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N. prelievi 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N. prelievi ≥ 15)
Ove: R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm^2); R_l = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm^2); s = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

5.2.4.1 **Controllo tipo A**

Il controllo di tipo A è riferito a un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto di calcestruzzo va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R_1 , R_2 , R_3 le tre resistenze medie di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ 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.

Il controllo è positivo e il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le seguenti disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

5.2.4.2 **Controllo Tipo B**

Nelle costruzioni con più di 1.500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1.500 m³ di conglomerato. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1.500 m³.

Il controllo è positivo e il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 1,48 s \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_1 il valore minore dei 15 o più resistenze di prelievo ed s lo scarto quadratico medio.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione di risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valore medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio).

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,2 occorrono controlli molto accurati, anche in opera.

5.2.4.3 *Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo*

Il direttore dei lavori deve procedere direttamente al prelievo dei campioni necessari per le prove di accettazione che devono essere effettuate da uno dei laboratori iscritti all'Albo dei laboratori ufficiali depositato presso il Servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture e trasporti di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Il laboratorio provvede alla maturazione e alla conservazione dei provini per la determinazione della resistenza a compressione fino allo scadere del tempo previsto dal direttore dei lavori, secondo quanto indicato dalla norma **EN 12390**.

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 espresso riferimento a tale verbale.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal direttore dei lavori, il quale deve procedere a una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere a un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti, si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento o demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" del calcestruzzo sono obbligatori per il direttore dei lavori.

5.2.5 PROVE COMPLEMENTARI

Le prove complementari si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione; tali prove non potranno però essere sostitutive dei «controlli di accettazione» che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari. Esse potranno servire al direttore dei lavori per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il «controllo di accettazione».

5.2.6 PRELIEVO ED ESECUZIONE DELLA PROVA A COMPRESSIONE

5.2.6.1 *Prelievo di campioni*

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che provvede ad identificare i provini mediante sigle ed etichette e a custodirli in idoneo locale prima della formatura e durante la stagionatura.

Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m³ forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di 3 prelievi di 2 cubetti ciascuno.

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 conglomerato.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

5.2.6.2 *Dimensioni dei provini*

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalle **UNI EN 12390-3**. In generale il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

*La norma **UNI EN 12390-1** indica come dimensione del lato del provino quella pari ad almeno 3 volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.*

In generale ora devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

cubetti di calcestruzzo: lato b [cm] = 10 – 15 – 20 – 25 e 30. Tolleranza lunghezza lato $\pm 0,5\%$;

*provini cilindrici: diametro d [cm] = 10 – 11,30 – 15 – 20 – 25 – 30, altezza pari a 2 volte il diametro.
Tolleranza altezza cilindro: $\pm 5\%$; tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino: $\pm 0,5$ mm;*

provini prismatici: lato di base b [cm] = 10 – 15 – 20 – 25 e 30, lunghezza maggiore o uguale a 3,5 b . Tolleranza lato di base: $\pm 0,5\%$; tolleranza perpendicolarità spigoli del provino: ± 5 mm;

la tolleranza sulla planarità dei provini è di $\pm 0.000 \cdot 6d$ (b).

5.2.6.3 *Confezionamento dei provini*

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati secondo le prescrizioni della **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm x 25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;

barra di acciaio a sezione circolare con \varnothing 16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;

tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;

vibratore interno.

Il calcestruzzo prima di essere collocato nelle casseforme deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseformi deve avvenire per strati; la norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua invece dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione, fino alla sformatura. La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

5.2.6.4 **Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini**

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

*Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello $\pm 0,25\%$. Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di $\pm 0,5$ mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.*

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:

materiale composito, di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali;

polistirolo espanso, la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione;

acciaio, scomponibili e dotate di separatori a incastro nel caso di casseforme a più posti.

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondono a quelli previsti dalla **UNI EN 12390-1**

5.2.6.5 *Marcatura dei provini*

Il direttore dei lavori deve contrassegnare mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., i provini di calcestruzzo. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni ed avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai laboratori ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori compreso il riferimento al verbale di prelievo.

5.2.6.6 *Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere*

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

località e denominazione del cantiere;

requisiti di progetto del calcestruzzo;

modalità di posa in opera;

identificazione della betoniera;

data e ora del prelevamento;

posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;

marcatura dei provini;

modalità di compattazione nelle casseforme: barra d'acciaio a sezione quadra o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno;

modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;

modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura.

dichiarazione del direttore dei lavori o dell'assistente delle modalità di preparazione dei provini in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;

eventuali osservazioni sulla preparazione e conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

5.2.6.7 *Domanda di prova al laboratorio ufficiale*

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.

5.2.6.8 *Conservazione e maturazione*

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 h dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla **UNI EN 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno 2 ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni o essiccamenti. In alcuni particolari casi, come nelle prove a 3 e 7 giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

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 conglomerato.

5.2.6.9 *Resoconto della prova di compressione*

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dal punto 11.1.5.3 delle Norme tecniche, 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 e il riferimento al verbale di 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 di resistenza misurati.

5.3 CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO

5.3.1 PROVE PER LA MISURA DELLA CONSISTENZA

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sotto elencati non risultano pienamente convergenti tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono.

Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

prova di abbassamento al cono (*Slump test*);

misura dell'indice di compattabilità;

prova Vebe;

misura dello spandimento.

Le linee guida sul calcestruzzo strutturale raccomandano di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

Abbassamento al cono < 10 mm > 210 mm

Tempo Vebe < 5 secondi > 30 secondi

Indice di compattabilità < 1,04 > 1,45

Spandimento < 340 mm > 620 mm

Tabella 112.1 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono, espresso in mm

Classe di consistenza	di Abbassamento	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida

S4	da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	---
Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996		

Tabella 112.2 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebe, con il tempo espresso in secondi [s]

Classe di consistenza	Tempo Vebe
V0	≥ 31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3
Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996	

Tabella 112.3 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento, espresso in mm

Classe di consistenza	Spandimento
FB1	≥ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630
Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996	

Tabella 112.4 – Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	$\geq 1,46$

C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04
Fonte: Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996	

5.3.2 CONTROLLO DELLA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO FRESCO

La prova prevista dalla **UNI 6393** è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco, rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1.A**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

5.3.3 DETERMINAZIONE DELLA QUANTITÀ D' ACQUA D' IMPASTO ESSUDATA (BLEEDING)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm^3/cm^2) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima dell'aggregato maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d' acqua d' impasto essudata.

5.4 RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO

L'entità minima del copriferro, per i diversi elementi strutturali in c.a., è stabilita dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Comunque la superficie dell'armatura resistente principale, per le varie sollecitazioni prevalenti, deve distare dalle facce esterne del conglomerato cementizio di almeno 20 mm.

Tali misure vanno congruentemente aumentate in funzione della porosità del calcestruzzo, dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità dell'armatura alla corrosione.

5.5 METODI DI PROVA PER ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

L'accertamento delle proprietà meccaniche dell'acciaio deve essere determinato in conformità delle seguenti norme:

UNI EN ISO 15630-1:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato.

UNI EN ISO 15630-2:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

UNI EN ISO 15630-3:2004 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso.

5.6 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SULLE STRUTTURE IN ACCIAIO

5.6.1 GENERALITÀ

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

esame visivo conformemente alle norme **CNR UNI 10011**;

controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;

controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011**;

controllo della corretta esecuzione delle saldature.

5.6.2 PERSONALE DI SALDATURA

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a *T* con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN 2883.

5.6.2.1 Norme di riferimento

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai.

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.

5.6.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE SALDATURE

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

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

5.6.4 CONTROLLO DI QUALITÀ DELLE STRUTTURE SALDATE

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali; il direttore dei lavori potrà fare riferimento alla norma **UNI EN 12062**.

Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:

controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);

valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;

applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;

valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti tre fasi:

verifiche e prove preliminari;

ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;

controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata *controllo indiretto delle saldature*. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.

Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.

Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

Tabella 120.1 – Resoconto dei controlli di qualità delle strutture saldate

Controlli indiretti	Controlli diretti
Esame della documentazione tecnica	Distruttivo
Prove di qualifica dei saldatori	Semidistruttivo
Prove di saldabilità dei materiali base	Non distruttivo
Prove sui materiali d'apporto	

Prove di qualifica dei procedimenti	
-------------------------------------	--

5.6.5 DIFETTI DELLE SALDATURE

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi²:

disomogeneità metallurgiche (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata e il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempra o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);

discontinuità metalliche, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come cricche o inclusioni di scorie.

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico. I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

(2) Il giunto saldato ha la particolarità caratteristica di unire permanentemente due parti solide realizzando la continuità del materiale; proprio per questa ragione le costruzioni saldate sono spesso definite *monolitiche*. Qualora detta continuità sia imperfetta si ha un difetto di saldatura, ma non tutte le imperfezioni delle saldature sono catalogabili come difetti di saldatura. Infatti in una costruzione saldata si possono verificare inconvenienti anche dopo un certo periodo di esercizio ed è spesso difficile stabilire se essi sono stati causati proprio dalle alterazioni determinate dal procedimento di saldatura o da altre cause.

Le condizioni di servizio possono, ad esempio, determinare inconvenienti come:

cricche (da attacco corrosivo, da tensocorrosione, da fatica, ecc.);

cavità superficiali provocate da corrosioni;

alterazioni strutturali come ingrossamento del grano;

precipitazioni di fasi nocive alla resistenza meccanica o a quella alla corrosione del materiale dovute a trattamenti termici non corretti o a condizioni termiche di esercizio non adatte ai materiali adottati.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

5.6.5.1 **Cricche**

Si definisce *cricca* una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette *microcricche*.

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

5.6.5.2 **Difetti esterni o di profilo**

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come:

eccesso di sovrametallo: è riscontrabile nei giunti di testa;

cordone d'angolo troppo convesso: tipico dei giunti d'angolo e dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore; dipende da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo;

incisioni marginali: sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore;

irregolarità superficiale: si riscontra quando le maglie del cordone, anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denunciati i punti di ripresa, ecc.;

slivellamento dei lembi: dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;

spruzzi e sputi: sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG;

colpi d'arco: consistono in una fusione localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

5.6.5.3 ***Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti***

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni) non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.

È necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

sollecitazioni statiche: i difetti, siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio e una diminuzione della capacità di carico del giunto;

sollecitazioni di fatica: l'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui dà luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto;

servizio a bassa temperatura: nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

5.6.6 **CONTROLLI NON DISTRUTTIVI**

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista. L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche) ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli e dei livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**. I controlli verranno certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da un operatore qualificato, secondo **EN473**, almeno di secondo livello.

5.6.6.1 ***Metodo dei liquidi penetranti***

Il metodo dei liquidi penetranti costituisce per la sua semplicità di impiego il primo metodo impiegato per l'esecuzione di controlli non distruttivi. I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato, con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in

superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.

Le fasi del metodo sono le seguenti:

pre-lavaggio: per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, ecc. per pezzi usati;

applicazione: consiste nell'applicazione del liquido penetrante³ sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo;

lavaggio: ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato;

sviluppo: per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto;

osservazione: ha lo scopo di valutare e interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

UNI EN 571-1 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Principi generali.

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione.

UNI EN ISO 3452-2 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti.

UNI EN ISO 3452-3 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Blocchi di riferimento per le prove.

UNI EN ISO 3452-4 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Attrezzatura.

UNI 8374 - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.

UNI EN ISO 12706 - Prove non distruttive. Terminologia. Termini utilizzati nel controllo con liquidi penetranti.

UNI EN 1289 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti delle saldature. Livelli di accettazione.

⁽³⁾ Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

UNI EN 1371-1 - Fonderia. Controllo con liquidi penetranti. Getti colati in sabbia, colati in conchiglia per gravità ed a bassa pressione.

UNI EN 1371-2 - Fonderia. Controlli con liquidi penetranti. Fusioni a cera persa.

UNI ISO 4386-3 - Cuscinetti radenti. Cuscinetti radenti metallici multistrato. Prove non distruttive con liquidi penetranti.

UNI EN 10228-2 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti.

UNI EN 10246-11 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati per la rilevazione dei difetti superficiali.

5.6.6.2 ***Metodo magnetico***

Il metodo magnetico è un metodo economico ed efficace per il controllo non distruttivo di elementi metallici per l'individuazione dei difetti superficiali o semi superficiali.

Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi.

Il metodo si applica nelle seguenti fasi:

smagnetizzazione preliminare, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;

sgrassaggio superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;

magnetizzazione: può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato;

applicazione della polvere magnetica;

ispezione per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;

smagnetizzazione finale dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione o ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

Sul controllo magnetoscopico si segnalano le seguenti norme:

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione.

UNI EN ISO 9934-1 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali.

EN ISO 9934-3 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature.

UNI EN 1290 - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature.

UNI EN 1291 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione.

UNI EN 1369 - Fonderia. Controllo mediante particelle magnetiche.

UNI ISO 9402 - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali.

UNI ISO 9598 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali.

UNI EN 10228-1 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico.

UNI EN 10246-1 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso).

UNI EN 10246-4 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali.

UNI EN 10246-5 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali.

UNI EN 10246-12 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali.

UNI EN 10246-18 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.

5.6.6.3 **Metodo ultrasonico**

Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. È utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione.

I metodi ultrasonici si possono classificare in:

tecnica per trasmissione o per trasparenza: si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano a una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;

tecnica per riflessione: utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continui o ad impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con un oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione); la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;

tecnica per risonanza: si basa sul fenomeno della risonanza che si riscontra quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;

tecnica ad echi multipli: è una variante della tecnica per riflessione.

Il metodo per riflessione consiste nello sfruttare la particolare capacità di alcuni materiali, detti *trasduttori*, che trasformano l'energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Tramite tali materiali, conglobati in un piccolo zoccolo con una superficie piena di plexiglass, vengono inviati degli impulsi nel materiale da controllare, usando un opportuno liquido di accoppiamento, come per una normale ecografia medica.

Le onde ultrasoniche possono essere inviate sia ortogonalmente alla superficie del materiale in esame sia con una certa inclinazione; semplici applicazioni trigonometriche permetteranno di conoscere precisamente la distanza, l'estensione e la profondità del difetto.

UNI EN ISO 3059 - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione.

UNI EN ISO 9934-1 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali.

EN ISO 9934-3 - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature.

UNI EN 1290 - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature.

UNI EN 1291 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione.

UNI ISO 9402 - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali.

UNI ISO 9598 - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali.

UNI EN 10228-1 - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico.

UNI EN 10246-1 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso).

UNI EN 10246-4 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali.

UNI EN 10246-5 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali.

UNI EN 10246-12 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali.

UNI EN 10246-18 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.

UNI EN 1712:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

UNI EN 1713:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.

UNI EN 1714:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

5.6.6.4 ***Metodo radiografico***

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino a una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola – posta alle spalle dell'elemento – sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro. Quest'ultimo infatti è in grado di stabilire le coordinate spaziali dell'eventuale difetto, mentre l'esame radiografico ne mostra un'immagine bidimensionale piatta.

Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti uniformativi sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non dà regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.

UNI EN 1435 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati.

UNI ISO 4993 - Getti di acciaio. Controllo radiografico.

UNI sperimentale 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.

UNI EN 10246-10 - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti.

UNI 10660 - Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali.

UNI EN 12517 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

5.6.7 STRUTTURE BULLONATE

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);

dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite;

rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.

Le caratteristiche dichiarate dal produttore verranno verificate dalla direzione dei lavori, secondo le procedure previste nel D.M. 19.09.2005, presso un laboratorio ufficiale.

5.6.7.1 **Esecuzione e controllo delle unioni**

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:

a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro tali da garantire una precisione non minore di $\pm 5\%$. Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio T_s , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale N_s presente nel gambo del bullone, è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0.20 \cdot N_s \cdot d$$

Dove:

d = diametro nominale di filettatura del bullone;

$N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$, essendo A_{res} l'area della sezione resistente della vite e $f_{k,N}$ tensione di snervamento.

La norma **CNR 10011** detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi, e il modo in cui devono essere montate le rosette;

Tabella 120.2 -Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)

Diametro D [mm]	Area resistente A_{res} [mm ²]	Coppia di serraggio T_s [N·m]					Forza normale T_s [kN]				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9

12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

b) mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiera fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra 90° e 120° con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio la norma **CNR UNI 10011** consiglia di procedere nel seguente modo:

serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;

ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;

dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportate le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

5.7 CONTROLLO SULLE STRUTTURE IN LEGNO MASSICCIO E LAMELLARE

5.7.1 PROVE

Per le strutture in legno lamellare il direttore dei lavori potrà eseguire le seguenti prove:

- prove di laboratorio su campioni secondo le norme DIN o UNI vigenti;
- prove di carico sulle travi eseguite presso lo stabilimento di produzione;
- prove dirette su travi (flessione, taglio e resistenza a fuoco) presso laboratori ufficiali;
- prove di carico su travi in opera.

Le prove di laboratorio effettuate in genere riguarderanno:

- prova a flessione su tratto di lamella in corrispondenza del giunto a pettine;
- prova a taglio su provino in corrispondenza della superficie di incollaggio fra due lamelle.

5.7.2 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

I controlli non distruttivi sugli elementi in legno che possono essere eseguiti sulle strutture in opera, a discrezione della direzione dei lavori, possono riguardare:

- a) controllo dell'umidità: può essere effettuato con igrometro elettrico a conducibilità. Tale strumento che viene tarato in funzione della specie, fornisce subito il valore dell'umidità percentuale del legno; i valori devono essere corretti per tenere conto della temperatura del legno e dell'eventuale presenza di gradienti di umidità;
- b) controllo dell'elasticità del materiale;
- c) controllo con ultrasuoni: ha lo scopo di verificare l'omogeneità dell'elemento strutturale;
- d) controllo per percussione: è eseguito provocando una percussione a un'estremità dell'elemento e acquisendo mediante un accelerometro le vibrazioni all'estremità opposta. Sulla base dei valori di frequenza, periodo e smorzamento, ecc. si risale all'omogeneità e alle caratteristiche meccaniche del legno in opera;
- e) durezza Brinell: la prova misura la penetrazione di una sfera d'acciaio del diametro di 10 mm provocata da una forza di intensità nota di circa 0,5 kN, 1 kN o 2 kN; sulla base di curve di correlazione si determina la resistenza a flessione del legno;
- f) durezza Janka: la prova misura la forza necessaria atta a far penetrare nel legno una sfera d'acciaio del diametro di 11,284 mm per una profondità pari al raggio. Sulla base di curve di correlazione è possibile determinare la resistenza a flessione del legno;
- g) punta carotatrice: tale strumento permette l'estrazione, mediante trapanatura, di carote in legno del diametro di 1-3 cm che verranno impiegate in esami di laboratorio;
- h) trivella di Pressler: permette, anch'esso, l'estrazione mediante avvitatura di una carota in legno del diametro di circa 2 cm per essere impiegata in esami di laboratorio.

5.7.2.1 *Norme di riferimento*

- 1) Legno strutturale

UNI EN 380 - Strutture di legno. Metodi di prova. Principi generali per le prove con carico statico.

UNI EN 383 - Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al rifollamento e dei moduli locali di rigidezza per elementi di collegamento di forma cilindrica.

UNI EN 384 - Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica.

UNI EN 385 - Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.

UNI EN 408 - Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.

UNI EN 409 - Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione del momento di snervamento degli elementi meccanici di collegamento di forma cilindrica. Chiodi.

UNI EN 518 - Legno strutturale. Classificazione. Requisiti per le norme di classificazione a vista secondo la resistenza.

UNI EN 519 - Legno strutturale. Classificazione. Requisiti per il legno classificato a macchina secondo la resistenza e per le macchine classificatrici.

UNI EN 1912 - Legno strutturale. Classi di resistenza. Assegnazione delle categorie visuali e delle specie.

2) Capriate

UNI EN 595 - Strutture di legno. Metodi di prova. Prova delle capriate per la determinazione della resistenza del comportamento a deformazione.

3) Pannelli e pareti

UNI EN 594 - Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno.

UNI EN 596 - Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno.

UNI EN 789 - Strutture di legno. Metodi di prova. Determinazione di proprietà meccaniche di pannelli a base di legno.

4) Assiti portanti solai

UNI EN 1195 - Strutture di legno. Metodi di prova. Comportamento di assiti portanti di solai.

5) Eurocodici

UNI ENV 1995-2 - Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno. Parte 2: Ponti.

UNI ENV 1995-1-1 - Eurocodice 5. Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI ENV 1995-1-2 - Eurocodice 5. Progettazione di strutture di legno. Parte 1-2: Regole generali. Progettazione strutturale contro l'incendio.

6) Legno lamellare incollato

UNI EN 386 - Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.

UNI ENV 387 - Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione.

UNI EN 390 - Legno lamellare incollato. Dimensioni. Scostamenti ammissibili.

UNI EN 391 - Legno lamellare incollato. Prova di delaminazione delle superfici di incollaggio.

UNI EN 392 - Legno lamellare incollato. Prova di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio.

UNI EN 408 - Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche.

UNI EN 1193 - Strutture di legno. Legno strutturale e legno lamellare incollato. Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura.

UNI EN 1194 - Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.

CAPITOLO 6 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

6.1 MOVIMENTI DI MATERIA

6.1.1 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per gli scavi di sbancamento o gli sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

6.1.2 SCAVI DI FONDAZIONE O IN TRINCEA

Per gli scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati e a sezione ristretta per la posa di condutture in genere, manufatti sotto il piano di campagna, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere eseguiti fino alla profondità di progetto o a quella disposta dalla direzione dei lavori. All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso. L'appaltatore dovrà eseguire le opere di fondazione o posare le condotte dopo l'accettazione del scavi da parte della direzione dei lavori.

Per quanto riguarda la posa delle condotte, in particolare per quelle fognarie, l'appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, effettuare il controllo e il coordinamento delle quote altimetriche delle condotte esistenti alle quali la tubazione da collocare dovrà collegarsi. Pertanto l'impresa sarà tenuta a presentare alla direzione dei lavori la planimetria e il profilo del terreno con le quote dei ricettori finali, di eventuali interferenze con altri manufatti, di capisaldi planimetrici e di quota aggiuntivi di infittimento o spostati rispetto a quelli di progetto che fossero insufficienti o potessero essere danneggiati dalle macchine operatrici durante l'esecuzione dei lavori. Il prezzo dello scavo comprenderà l'onere dell'allargamento per la formazione delle nicchie laterali e sul fondo in corrispondenza dei giunti per l'accurata ispezione delle giunzioni stesse in fase di prova di tenuta.

Gli scavi dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione tanto degli scavi che della posa di condotte.

L'appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellamenti e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni

riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

6.1.3 ONERI AGGIUNTI PER GLI SCAVI

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

per il taglio di piante, le estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;

per i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;

per la regolazione delle scarpate o delle pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;

per le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni e allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;

per le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;

per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

6.1.4 MISURAZIONE DEGLI SCAVI

Il volume di scavo viene calcolato sulla base del volume occupato dal materiale prima di essere scavato.

Nella misura degli scavi non sono da computarsi le scarpe.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;

gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Qualora il materiale debba essere semplicemente depositato ai lati dello scavo e successivamente rinterrato, il relativo scavo verrebbe considerato con trasporto e spianamento in cantiere, anche se per la parte eccedente necessita di trasporto e spianamento presso gli scarichi pubblici.

6.1.5 RILEVATI

Il volume dei rilevati e dei rinterri sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

6.1.6 RINTERRI

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

6.1.7 PREPARAZIONE DEL PIANI DI POSA DEI RILEVATI

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., sarà compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

6.1.8 RIEMPIMENTO CON MISTO GRANULARE

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera

6.2 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

6.2.1 CALCESTRUZZI

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata verrà compensata a parte.

6.2.1.1 *Casseformi*

Le casseformi e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

La superficie di misurazione sarà quella relativa al calcestruzzo bagnato.

Nei prezzi di elenco sono già compresi tutti i maggiori oneri per il puntellamento dei casseri o per il banchinaggio dei solai.

6.2.2 ACCIAIO PER ARMATURE E RETI ELETTROSALDATE

6.2.2.1 *Acciaio per c.a.*

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in c.a., saranno valutate secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

6.2.3 SOLAI

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.