REGIONE PIEMONTE

UNIONE MONTANA VALSESIA

PROVINCIA DI VERCELLI

LAVORI DI COMPLETAMENTO
PERCORSO CICLO-PEDONALE DELLA VALSESIA
NEL COMUNE DI SCOPA

PSR 2014-2020 Mis7 - Sottomisura 7.5 - Operazione 7.5.1
Infrastrutture turistico ricreative ed informazione

PROGETTO DEFINITIVO

TIMBRO DELL'ENTE	Il Presidente (legale rappresentante dell'Ente) ..... VISTO Il tecnico .....
.....	

ELAB.	SCALA	**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI**
E6	-	

COD.	REV.	DATA	DESCRIZIONE
106_16	00	GENNAIO 2018	EMISSIONE

STUDIO ARPS
INGEGNERIA CIVILE-IDRAULICA
Ing. Rossana Appendino
Via Vignati, n.14 - 10040 San Gillio (TO)
Tel.-Fax 011/9840854 Cell. 335 8379321
E-mail: ing.appendino@studioarps.it

A NORMA DI LEGGE LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO E' RISERVATA - E' VIETATA LA RIPRODUZIONE E/O CONSEGNA A TERZI SENZA SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

REGIONE PIEMONTE

UNIONE MONTANA VALSESIA

PROVINCIA DI VERCELLI

LAVORI DI COMPLETAMENTO
PERCORSO CICLO-PEDONALE DELLA VALSESIA
NEL COMUNE DI SCOPA

PSR 2014-2020 Mis7 - Sottomisura 7.5 - Operazione 7.5.1
Infrastrutture turistico ricreative ed informazione

PROGETTO DEFINITIVO

TIMBRO DELL'ENTE	Il Presidente (legale rappresentante dell'Ente) ..... VISTO Il tecnico .....
.....	

ELAB.	SCALA	**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI**
E6	-	

COD.	REV.	DATA	DESCRIZIONE
106_16	00	GENNAIO 2018	EMISSIONE

STUDIO ARPS
INGEGNERIA CIVILE-IDRAULICA
Ing. Rossana Appendino
Via Vignati, n.14 - 10040 San Gillio (TO)
Tel.-Fax 011/9840854 Cell. 335 8379321
E-mail: ing.appendino@studioarps.it

A NORMA DI LEGGE LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO E' RISERVATA - E' VIETATA LA RIPRODUZIONE E/O CONSEGNA A TERZI SENZA SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI VERCELLI

UNIONE MONTANA VALSESIA

PSR 2014-2020 Mis7 – Sottomisura 7.5 – Operazione 7.5.1
Infrastrutture turistico ricreative ed informazione

LAVORI DI COMPLETAMENTO PERCORSO CICLO-PEDONALE DELLA VALSESIA NEL COMUNE DI SCOPA

PROGETTO DEFINITIVO

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

OGGETTO DEI LAVORI	LAVORI DI COMPLETAMENTO PERCORSO CICLO-PEDONALE DELLA VALSESIA IN COMUNE DI SCOPA
COMUNE	SCOPA
PROVINCIA	VERCELLI
ENTE APPALTANTE	UNIONE MONTANA VALSESIA
IMPORTO LAVORI	€ 112.478,00
PROGETTISTA	Ing. Rossana APPENDINO
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	Per.agr. Marco GODIO

SOMMARIO

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI		**2**
Art.1	APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI	2
Art.2	ACCETTAZIONE E QUALITA' DEI MATERIALI	2
Art.3	PROVE E CONTROLLO DEI MATERIALI	3
Art.4	NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE	3
Art.5	RIUTILIZZO TERRENO DI SCAVO	3
Art.6	TERRENO E ROCCE DA SCAVO	4
Art.7	ACQUA	5
Art.8	LEGNAMI	5
Art.9	GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA (AGGREGATI LAPIDEI – INERTI)	5
Art.10	MATERIALI FERROSI – ACCIAIO – GHISA - LEGHE LEGGERE – ALLUMINIO - RAME	6
Art.11	ACCIAIO PER CARPENTERIE METALLICHE (ancoraggi, staffature, chiodature, casseri)	7
Art.12	CALCESTRUZZO CEMENTIZIO	9
Art.13	ACCIAIO PER STRUTTURE	17
Art.14	COSTRUZIONE STRUTTURE PREFABBRICATE IN CALCESTRUZZO CEMENTIZIO ARMATO	25
Art.15	CONTROLLI SU STRUTTURE PREFABBRICATE IN CALCESTRUZZO CEMENTIZIO ARMATO	25
Art.16	SOVRASTRUTTURA CICLO-PEDONALE	26
Art.17	BITUMI	31
Art.18	NORME PER IL CONTROLLO DI QUALITA' DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI	32

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art.1 APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore può 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 eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.
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 responsabile del procedimento.

Art.2 ACCETTAZIONE E QUALITA' DEI MATERIALI

Per l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali occorrenti per la realizzazione delle opere vale quanto prescritto all'art.167 del D.Lgs.207/2010 e s.m.i.

I materiali occorrenti per la realizzazione degli interventi proverranno dalle località che l'Appaltatore riterrà di propria convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti indicati nel presente disciplinare ed alle norme, leggi e disposizioni emanate dallo Stato ed attualmente in vigore. Inoltre, dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte ed essere forniti in tempo debito in modo da assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

I materiali dovranno corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato ed essere delle migliori qualità: possono essere messi in opera soltanto dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori.

La "non accettazione" dei materiali e la facoltà di rifiutarli persisterà anche dopo il loro collocamento in opera, qualora risultassero difettosi. In questo caso i lavori, dietro semplice ordine della Direzione Lavori, dovranno essere eseguiti nuovamente e l'Appaltatore, pur accollandosi tutte le spese di rifacimento, riceverà il pagamento del solo lavoro eseguito secondo le condizioni di contratto.

Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali eventualmente deperiti dopo l'introduzione in cantiere ovvero che, per qualsiasi causa, non fossero conformi alle condizioni del contratto e l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a proprie spese.

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto, l'Amministrazione può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore medesimo, a carico del quale resta anche qualsiasi danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Le prescrizioni dei commi precedenti non pregiudicheranno i diritti dell'Amministrazione in sede di collaudo.

Qualora, senza opposizione dell'Amministrazione, l'Appaltatore, nel proprio interesse e di spontanea iniziativa, impiegasse materiali di dimensioni, consistenza e qualità superiore a quelle prescritte ovvero di una lavorazione più accurata, ciò non gli dà diritto ad aumento dei prezzi ed il computo metrico è redatto come se i materiali avessero le dimensioni, la qualità ed il magistero definiti dal contratto.

Se, invece, sia ammessa dall'Amministrazione qualche scarsezza nelle dimensioni dei materiali, nella loro consistenza o qualità ovvero una minore lavorazione, il Direttore dei Lavori, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, può applicare una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, salvo l'esame a giudizio definitivo in sede di collaudo.

In mancanza di particolari prescrizioni, i materiali devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio, in rapporto alla funzione cui sono stati destinati; in ogni caso i materiali, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio o di certificazioni fornite dal produttore.
Qualora la Direzione dei Lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali in quanto non adatta all'impiego, l'impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa impresa.

In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni comunitarie (dell'Unione Europea) nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la Direzione Lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le Certificazioni dei materiali dovranno essere trasmesse alla Direzione Lavori entro 30 giorni dalla data di consegna dei lavori e/o dalla data antecedente all'utilizzo per la costruzione delle opere. Le Certificazioni dovranno essere accettate dal Direttore dei Lavori e, se non conformi, la fornitura non potrà essere accettata e, qualora sia già pervenuta in cantiere, non potrà essere posta in opera.

Inoltre, se la fornitura pervenuta in cantiere non rispetterà quanto indicato nel Certificato ETAG 027 e nelle certificazioni dei materiali e dei prodotti, il materiale non sarà accettato dal Direttore dei Lavori, non potrà essere posto in opera e, all'Appaltatore non sarà riconosciuto alcun maggior onere per la fornitura di materiale non conforme a quanto richiesto nel presente Capitolato.

Art.3 PROVE E CONTROLLO DEI MATERIALI

La Direzione Lavori può disporre le prove che ritiene necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali e la spesa relativa sarà a carico dell'Appaltatore.
In particolare, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi, in ogni tempo, alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni nonché per le corrispondenti prove ed esami.
I campioni dei materiali dovranno pervenire in cantiere con almeno 10 *(dieci)* giorni di anticipo rispetto alle lavorazioni previste, in modo tale da consentire l'esecuzione delle prove necessarie per l'accettazione dei medesimi.
In caso di inosservanza del precedente comma, l'Appaltatore non potrà richiede una sospensione delle lavorazioni a cui si riferiscono i materiali e dovrà, comunque produrre le analisi richieste e nel rispetto del programma lavori, approvvigionarsi dei materiali secondo le prescrizioni del presente Capitolato al fine di procedere nelle lavorazioni

I campioni saranno prelevati in contraddittorio e, degli stessi, potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami dovranno essere effettuate presso Laboratori Ufficiali o comunque graditi alla Direzione Lavori ed alla Stazione Appaltante. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno gli unici riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si dovrà riferirsi a tutti gli effetti del presente appalto.

Qualora i campioni presentati non rispondessero alle prescrizioni di contratto, è riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di prescrivere all'Appaltatore, mediante ordini di servizio scritti, la qualità e provenienza dei materiali che devono essere impiegati in ogni singolo lavoro, anche quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.

I campioni rifiutati dovranno immediatamente ed a spese esclusive dell'Appaltatore, essere asportati dal cantiere e l'Impresa sarà tenuta a sostituirli, senza che ciò possa essere di pretesto ad un prolungamento del tempo fissato per l'ultimazione dei lavori.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Art.4 NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (cpd), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993.

Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

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

In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, 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 dalle località che l'Appaltatore riterrà di propria convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

Art.5 RIUTILIZZO TERRENO DI SCAVO

In applicazione dell'art. 185, comma 1, lett. c-bis) del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i., il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale scavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato, non deve essere considerato rifiuto.

Art.6 TERRENO E ROCCE DA SCAVO

La disciplina delle terre e rocce da scavo è contenuta nel D.M. 161/2012 e nell'art.41 commi 2-3 del D.L. 69/2013 a cui l'Appaltatore dovrà attenenrsi.

In particolare quest'ultimo modifica l'art.184-bis del D.Lgs.152/2006 prevedendo l'aggiunta di un comma 2-bis che limita l'applicazione del D.M. 161/2012 alle sole terre e rocce da scavo che provengono da attività oppure opere soggette a VIA ovvero a AIA.

E' altresì disposto che il D.M.161/2012 non si applica alle ipotesi disciplinate dall'art.109 del D.Lgs.152/2006, che concernono i seguenti materiali:

- materiale di escavo di fondali marini o salmastri o di terreni emersi;
- inerti, materiali geologici inorganici e manufatti;
- materiale organico ed inorganico di origine marina o salmastra, prodotto durante l'attività di pesca effettuata in mare, laguna o stagni salmastri;
- fondali marini movimentati durante l'attività di posa in mare di cavi e condotte.

Il terreno e le rocce da scavo possono essere utilizzate per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, purché:

- siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che l'impiego non generi emissioni e, più in generale, impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti e autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006 e c.m.i.;
- le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che l'impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, e sia nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare, deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- sia dimostrata la certezza dell'utilizzo integrale.

L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle condizioni sotto elencate:

- siano originati da un processo non direttamente destinato alla produzione degli stessi;
- l'impiego sia certo (sin dalla fase della produzione), integrale, ed avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che l'impiego non dia luogo ad emissioni ed a impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto precedente, ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione;
- abbiano un valore economico di mercato.

Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la sussistenza dei requisiti precedentemente previsti dal presente articolo, nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto approvato dall'autorità titolare del relativo procedimento.

Le terre e le rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla Parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i..

La caratterizzazione dei siti contaminati e di quelli sottoposti ad interventi di bonifica deve essere effettuata secondo le modalità previste dal Titolo V, Parte quarta, del D.Lgs. n. 152/2006. L'accertamento che le terre e le rocce da scavo non provengano da tali siti deve essere svolto a cura e spese del produttore e accertato dalle autorità competenti nell'ambito delle procedure previste dall'art.183 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i..

In riferimento alle disposizioni in materia di matrici di riporto l'Appaltatore dovrà rispettare quanto previsto nel D.M.161/2012, nel D.L.69/2013 art.41 comma 3, D.L.1/2012 art.49.

Per volumi movimentati minori di 6000 mc si applica l'art. 266 comma del D.Lgs.152/2006 e art.41-bis del D.L.69/2013.

Art.7 ACQUA

L'acqua per gli impasti di malte e calcestruzzo dovrà essere dolce, limpida e scevra di materie terrose, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso a cui le acque stesse sono destinate.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di 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.

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

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO_4 minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese		minore 2000 mg/litro

Art.8 LEGNAMI

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30/10/1912; saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali e i tronchi dovranno essere in legno di castagno, robinia o larice, diritti (in modo tale che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto del palo), di 3.0 m di lunghezza e 20.0 cm di diametro, accuratamente scortecciati per l'intera lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi dell'estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate senza scarniture, tollerandosene l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/6 del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a con un angolo di inclinazione pari a 45°, senza rientranze o risalti e con spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi. Le estremità dei pali dovranno essere perfettamente combacianti senza soluzione di continuità.

Per quanto concerne i diametri inferiori utilizzati per opere di piccole dimensioni essi potranno anche provenire dal recupero di paleria di conifera trattata in autoclave con prodotti fungicidi, il cui utilizzo è vincolato all'approvazione della Direzione Lavori.

Art.9 GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA (AGGREGATI LAPIDEI – INERTI)

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, ai sensi D.M. 14/01/2008 e s.m.i., dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose e di gesso, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.
Le dimensioni della ghiaia o del pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche dell'opera da eseguire, dal copriferro e dall'interferro delle armature.
La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5.
L'Appaltatore dovrà garantire la regolarità delle caratteristiche della granulometria per ogni getto sulla scorta delle indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione Lavori.
I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953.
Si definisce:

- pietrisco: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 25 U.N.I. 2334;
- pietrischetto: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 10 U.N.I. 2334;

- graniglia: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 U.N.I. 2334 e trattenuto dal setaccio 2 U.N.I. 2332;
- sabbia: materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 U.N.I. 2332 e trattenuto dal setaccio 0,075 U.N.I. 2332;
- additivo (filler): materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 U.N.I. 2332.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n.4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n.93/82.
Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche C.N.R. – B.U. n. 139/92.
Devono essere costituiti da materiale frantumato spigoloso e poliedrico. Per l'additivo (filler) che deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, all'occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l'esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

Art.10 MATERIALI FERROSI – ACCIAIO – GHISA - LEGHE LEGGERE – ALLUMINIO - RAME

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. In particolare per gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 9/1/1996. La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

La loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.
I materiali destinati ad essere inseriti in altre strutture o che dovranno poi essere verniciati, devono pervenire in cantiere protetti da una mano di antiruggine.
Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 26 marzo 1980 (allegati nn. 1, 3 e 4) e s.m.i. ed alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

Ferro.
Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, saldature e di altre soluzioni di continuità.
L'uso del ferro tondo per cemento armato, sul quale prima dell'impiego si fosse formato uno strato di ruggine, deve essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

Acciaio trafilato o dolce laminato.
Per la prima varietà è richiesta perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, tali da non generare screpolature o alterazioni; esso dovrà essere inoltre saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare. L'acciaio extra dolce laminato dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.

Acciaio fuso in getto.
L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

Ghisa.
La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; la frattura sarà grigia, finemente granulosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.
È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.
I chiusini e le caditoie saranno in ghisa sferoidale secondo la norma UNI 4544, realizzati secondo norme UNI EN 124 di classe adeguata al luogo di utilizzo, in base al seguente schema:

Luogo di utilizzo	Classe	Portata
Per carichi elevati in aree speciali	E 600	t 60
Per strade a circolazione normale	D 400	t 40
Per banchine e parcheggi con presenza di veicoli pesanti	C 250	t 25
Per marciapiedi e parcheggi autovetture	B 125	t 12,5

Trafilati, profilati, laminati.

Devono presentare alle eventuali prove di laboratorio, previste dal Capitolato o richieste dalla Direzione dei Lavori, caratteristiche non inferiori a quelle prescritte dalle norme per la loro accettazione; in particolare il ferro tondo per cemento armato, dei vari tipi ammessi, deve essere fornito con i dati di collaudo del fornitore.
Il R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, prescrive che l'armatura del conglomerato è normalmente costituita con acciaio dolce (cosiddetto ferro omogeneo) oppure con acciaio semi duro o acciaio duro, in barre tonde prive di difetti, di screpolature, di bruciature o di altre soluzioni di continuità.
Dalle prove di resistenza a trazione devono ottenersi i seguenti risultati:

a. per l'acciaio dolce (ferro omogeneo): carico di rottura per trazione compreso fra 42 e 50 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 23 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 20 per cento.Per le legature o staffe di pilastri può impiegarsi acciaio dolce con carico di rottura compreso fra 37 e 45 kg/mm² senza fissarne il limite inferiore di snervamento;
b. per l'acciaio semiduro: carico di rottura per trazione compreso fra 50 e 60 kg/mm²; limite di snervamento non inferiore a 27 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 16%;
c. per l'acciaio duro: carico di rottura per trazione compreso fra 60 e 70 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 31 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 14%.

Acciaio inossidabile
Dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71. Le lamiere in acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317. La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %. Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

Acciaio zincato
Profilati, lamiere e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma di unificazione Progetto SS UNI 1 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferrosi.
Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi pei acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiera zincate secondo il procedimento Sendzimir.
Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi a. metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m^2 per zincatura normali
- 300 g/m^2 per zincatura pesante.

Alluminio e leghe leggere
Per laminati, trafilati o sagomati non estrusi. dovrà essere impiegato alluminio primario di cui alla norma UNI 4507 - «Alluminio primario ALP 99,5 da lavorazione plastica». Leghe leggere da lavorazione plastica resistenti alla corrosione dovranno, corrispondere alle norme UNI 3569-66 o UNI 3571.

Alluminio anodizzato
Dovrà risultare conforme alla norma UNI 4522-66 «Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe. Classificazione, caratteristiche e collaudo».
Gli strati normalizzati di ossido anodico saranno definiti mediante una sigla (OTO, BRI, ARP, ARC, ARS, IND, VET rispettivamente per strato: ottico, brillante, architettonico lucido, architettonico spazzolato, architettonici satinato chimicamente, industriale grezzo, vetroso), un numero che ne indici la classe di spessore e l'eventuale indicazione della colorazione.
Per gli strati architettonici la norma prevede quattro classi di spessore:
- Classe 5: spessore strato min. 5 μm; - Classe 10: spessore strato min. 10 μm;
- Classe 15: spessore strato min. 15 μm; - Classe 20: spessore strato min. 20 μm;
Di queste, la prima sarà impiegata in parti architettoniche per usi interni di non frequente manipolazione, la seconda per parti architettoniche esposti all'atmosfera con manutenzione periodica, la terza in parti esposte ad atmosfere industriali o marine e la quarta, di tipo rinforzato, in atmosfere particolarmente aggressive.

Rame
Lamiere, nastri e fili saranno conformi alle UNI 3310/2/3/46 – 72.

Art.11 ACCIAIO PER CARPENTERIE METALLICHE (ancoraggi, staffature, chiodature, casseri)

Materiali

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate con D.Min Infrastrutture del 14/01/2008.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme Uni:

- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, l'Impresa dovrà presentare a proprie cura e spese alla Direzione dei Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato nel progetto fornito dalla Committente, dovranno essere completamente riportati tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare: distinte dei materiali, nei quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura; le classi di qualità delle saldature.

E' facoltà della Direzione dei Lavori di sottoporre, sia in corso d'opera che ad opera finita, le saldature ai controlli fissati dal D.M. 14.02.92 e successivi aggiornamenti.

Zincature

Quando previsto in progetto, gli acciai in barre ed i grigliati in acciaio elettrosaldato dovranno essere zincati a caldo.
Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03-0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷0,25 %.

Trattamenti preliminari

Il trattamento preliminare comprenderà obbligatoriamente le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciaquo, flussaggio, essicamento e preriscaldo a 400-500 K.

Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.
Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710 e 723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K. Il tempo di immersione nel bagno di zinco sarà variabile in funzione delle dimensioni dei singoli elementi o strutture, nonché del peso del rivestimento di zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m^2 di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 ·m ±10%

Finitura ed aderenza del rivestimento

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere. Dovrà essere aderente in modo da non potere venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Verifiche

In primo luogo la Direzione dei Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva delle opere e dei profilati per accertare lo stato della zincatura. In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali, le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.
Le successive verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso massimo di 2 t.
Si verificherà il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66. La verifica risulterà positiva se il peso della zincatura risulterà uguale o superiore a 610 g/m^2 ±10%.
Si verificherà l'uniformità dello strato di zincatura mediante 5 immersioni (della durata di 1 minuto) di un campione in una soluzione di solfato di rame ed acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66. Dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non dovrà presentarsi nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante.

Certificazioni

L'Appaltatore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono. La Direzione dei Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

Art.12 CALCESTRUZZO CEMENTIZIO

RIFERIMENTI NORMATIVI SPECIFICI

- Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – Linee guida sul calcestruzzo strutturale –Dicembre 1996
- UNI 9858 Calcestruzzo – Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità
- prEN206 Concrete – Performance, production and conformity – Rev.17 – Aprile 1997

PRESCRIZIONI E METODOLOGIE DI PROVA DELLE MATERIE PRIME

❖ **CEMENTI**
- UNI 9606 Cementi resistenti al dilavamento – Classificazione e composizione
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati – classificazione e composizione e f.a. 262 del 11/88
- UNI ENV 197/1 Cemento – Composizione, specifiche e criteri di conformità
- Legge 26/05/1965 n.595 – Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici
- UNI 10517 Cementi resistenti ai solfati – Metodi di controllo della composizione
- D.M. 9/03/1988 n.126 – Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi
- D.M. 13/09/1993 – G.U. 22/09/93 – Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi
- D.M. 31/08/1972 – Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche.

❖ **ACQUA**
- UNI EN 1008 – Acqua per calcestruzzo

❖ **AGGREGATI**
- UNI 8520 – Parte 1 – 22a – Aggregati per confezionamento di calcestruzzi

❖ **ADDITIVI**
- UNI EN 934-2 – Additivi per calcestruzzo - definizione e requisiti
- UNI 7101 – Definizione e classificazione
- UNI 7102 Additivi fluidificanti – Idoneità e relativi metodi di controllo

❖ **DURABILITA' DELLE OPERE E DEI MANUFATTI DI CALCESTRUZZO**
- UNI 8981 – Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo

❖ **METODOLOGIE DI PROVA PER CALCESTRUZZI**

Calcestruzzo fresco
- UNI 6126 – Prelevamento di campioni in cantiere
- UNI 6127 – Preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo
- UNI 6128 – Confezione in laboratorio di calcestruzzi sperimentali
- UNI 6393 – Controllo della composizione del calcestruzzo fresco
- UNI 6394/1 – Determinazione della massa volumica su calcestruzzo fresco
- UNI 9418 – Determinazione della consistenza – Prova di abbassamento al cono
- UNI 8020 – Determinazione della consistenza del calcestruzzo fresco mediante l'impiego della tavola a scosse
- UNI 7122 – Determinazione della quantità d'acqua di impasto essudata
- UNI 7123 – Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione
- UNI 6395 – Determinazione volumetrica per pressione del contenuto d'aria
- UNI 9416 – Criteri generali di campionamento
- UNI 9417 – Classificazione della consistenza

Calcestruzzo indurito
- UNI 6130 – Provini in calcestruzzo per prove di resistenza meccanica
- UNI 6131 – Prelevamento campioni di calcestruzzo indurito
- UNI 6132 – Prove di resistenza alla compressione
- UNI 6394/2 – Determinazione della massa volumica sul calcestruzzo indurito
- UNI 6556 – Determinazione del modulo elastico secante a compressione
- UNI 7087 – Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo
- ISO 7031 – Calcestruzzo indurito – Determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione.

ONERI E PRESCRIZIONI GENERALI

Al fine di verificare la rispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo alle specifiche prefissate, l'Appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove ed i controlli previsti dalle presenti prescrizioni, così come quelli integrativi richiesti dal Direttore dei Lavori o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche. Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

I controlli e le prescrizioni di cui ai successivi capitoli si dovranno, integralmente, applicare a tutte le opere oggetto del presente documento.
Per tutti i tipi di prova, l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera e le attrezzature e predisporre eventuali opere provvisionali in quantità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime.
Tutti gli oneri diretti ed indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni, compresi quelli necessari per il prelievo, confezionamento e trasporto dei campioni di materiali da sottoporre a prove, nonché i costi di esecuzione di queste ultime s'intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali.
Per consentire l'esecuzione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà fare riferimento ad uno o più laboratori. Le prove previste ai sensi del D.Min Infrastrutture del 14/01/2008 dovranno essere effettuate solo presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati ai sensi dell'art.20 della Legge 1086/71.
Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nel R.D. 16/11/ 1939, n. 2229, nonché al D.Min Infrastrutture del 14/01/2008.
Pertanto si dovrà rispettare le specifiche tecniche che riguardano i materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione, le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito ed i metodi per la loro verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità contenute nella norma U.N.I. 9858 (maggio 1991).
L'Appaltatore dovrà garantire le prestazioni del calcestruzzo, per tutta la durata dei lavori, sulla scorta dei dati fondamentali riportati negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione Lavori, ovvero:

- classe di resistenza desiderata in fase di esercizio (R_{ck} per provini cubici - f_{ck} per provini cilindrici),
- dimensione massima nominale dell'aggregato,
- classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali e destinazione del calcestruzzo (calcestruzzo normale, armato e precompresso), classe di consistenza (mediante misura dell'abbassamento al cono – UNI 9418 o determinazione del tempo Vébè – UNI 9419).

Inoltre per particolari condizioni o costruzioni, i calcestruzzi possono essere prescritti mediante i dati addizionali (facoltativi) di cui al punto 8.2.3 delle norme tecniche U.N.I. 9858.
Il quantitativo d'acqua d'impasto del calcestruzzo deve tenere presente dell'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.
Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.
I getti devono essere convenientemente vibrati.
Gli impasti di conglomerato dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza al lavoro. I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto.
Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme U.N.I. 8520/1-22 ediz. 1984-86. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme U.N.I. 7459/1-12 ediz. 1976.
Gli eventuali additivi, da utilizzare per il confezionamento dei calcestruzzi, previa autorizzazione della Direzione Lavori, devono ottemperare alle prescrizioni delle norme tecniche da U.N.I.7101 a U.N.I.7120 e U.N.I.8145 (superfluidificanti).

Prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'esame della Direzione Lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura negli elaborati progettuali delle opere comprese nell'appalto.

Tale studio di prequalificazione, da eseguirsi presso un Laboratorio autorizzato, deve riportare:

- classe di resistenza,
- natura – provenienza – qualità degli inerti,
- analisi granulometrica degli inerti,
- tipo e dosaggio del cemento,
- rapporto acqua/cemento,
- tipo e dosaggio di eventuali additivi,
- classe di consistenza per la valutazione della lavorabilità dell'impasto cementizio.

La Direzione Lavori dovrà essere informata anche sul tipo di impianto di confezionamento con la relativa ubicazione, sistemi di trasporto, modalità di esecuzione dei getti e della conseguente stagionatura.
L'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, nonostante l'esame e la verifica sugli studi preliminari di qualificazione, da parte della Direzione Lavori; pertanto esso sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.
Il confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà avvenire negli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno di tipo automatico o semiautomatico, ma tali da garantire per tutta la durata dei lavori degli discostamenti non superiore al 4 % dai dosaggi dei singoli componenti della miscela stabiliti nella fase preliminare di accettazione.

La lavorabilità non dovrà essere raggiunta con il maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. L'Impresa, previa autorizzazione del Direttore Lavori, potrà utilizzare l'impiego di additivi quali fluidificanti o superfluidificanti, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per il raggiungimento della classe di consistenza prevista per l'esecuzione delle opere.
Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento alla località del cantiere dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibile segregazione dei singoli materiali e comunque lasciando inalterate le caratteristiche di confezionamento del calcestruzzo.
Per piccoli lavori, i calcestruzzi debbono essere approvvigionati in cantiere o preparati in sito soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato e cioè debbono essere predisposti di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.
La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, pulizia del sottofondo, pulizia nelle zone oggetto di ripresa dei getti, posizionato le casseformi e predisposto le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prime del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione Lavori; questo in particolare modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera.
La Direzione Lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare le riprese dei getti; per tale accorgimento l'Impresa non potrà avanzare nessuna richiesta di maggiori compensi anche se sarà costretta ad una turnazione del proprio personale.
Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti tali da evitare la segregazione dei singoli componenti della miscela.
Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 centimetri.
Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta o altre sostanze (disarmanti) in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.
I casseri occorrenti per le opere di getto debbono essere sufficientemente robusti, oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase di getto e di pigiatura.
I conglomerati dovranno essere vibrati con adatti mezzi e particolare attenzione dovrà essere posta per i conglomerati con cemento ad alta resistenza.
La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che sarà indicato dalla Direzione Lavori e comunque non superiore a centimetri 15. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature; inoltre vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti. La vibrazione superficiale è di regola applicata, soltanto, alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20). La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola è sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.
Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire la solidità dell'opera. Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere regolarmente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con della ghiaia lavata, con teli mantenuti umidi, applicare dei prodotti stagionanti che formano membrane protettive (U.N.I. 8866, U.N.I. 8656 e U.N.I. 8660) per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.
Nei casi di ripresa dei getti, quando questi sono veramente inevitabili, si deve inumidire la superficie del conglomerato eseguito in precedenza se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o terminata si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, si dovrà applicare un sottile strato di malta di cemento in modo da assicurare un buon collegamento del getto di calcestruzzo nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.
La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato sarà disposta, da parte della Direzione Lavori, in conformità a quanto previsto dal D.Min Infrastrutture del 14/01/2008, ovvero:

- controllo di accettazione (punto 5), che si effettua durante l'esecuzione delle opere;
- prove complementari (punto 6), da eseguire, ove ritenuto necessario a completamento delle prove precedenti.

Nel caso che la resistenza dei provini assoggettati a prove nei Laboratori risulti inferiore a quello indicato negli elaborati progettuali o dall'ordinativo del Direttore dei lavori, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, quali prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi riconosciuti validi dalla Direzione Lavori. A ulteriori controlli ultimati, sarà redatta apposita relazione, da parte dell'Appaltatore a firma di un tecnico abilitato, dove si indichi in base alla resistenza del conglomerato risultante, ferme restando le ipotesi di vincolo, a quali sollecitazioni e a quali carichi la struttura può essere sottoposta in fase di esercizio.
La Direzione Lavori che, previa approvazione della relazione anche da parte del Responsabile del procedimento, decida che la resistenza caratteristica è ancora compatibile con la destinazione d'uso dell'opera progettata e in conformità delle leggi in vigore, dovrà contabilizzare il calcestruzzo in base al valore della resistenza caratteristica risultante. Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le finalità di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione Lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.
Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- determinazione della consistenza - prova di abbassamento al cono (slump test) - [U.N.I. 9418],
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco - [U.N.I. 6393],
- massa volumica del calcestruzzo - [U.N.I. 6394/1/2],
- prova del contenuto d'aria - [U.N.I. 6395],
- resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo - [U.N.I. 7087],
- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate - [U.N.I. 6132],
- prova di resistenza a compressione con sclerometro ([7]). Tutte le precedenti prove saranno eseguite a spese dell'Appaltatore e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione Lavori.

I prelievi dei provini e campioni di calcestruzzo in cantiere dovranno essere conformi alle norme tecniche:

- U.N.I. 6126 - Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere,
- U.N.I. 6127 - Provini in calcestruzzo – preparazione e stagionatura. Le frequenze minimo di prelievo saranno come dal D.Min Infrastrutture del 14/01/2008. Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

COMPITI E RESPONSABILITA'

Tutti i calcestruzzi da utilizzare nella realizzazione dell'opera oggetto delle presenti specifiche sono del tipo a "prestazione".
Con "**calcestruzzo a prestazione**" si intende un calcestruzzo per il quale il Progettista ha la responsabilità di specificare le prestazioni richieste ed eventuali ulteriori caratteristiche e per le quali l'Appaltatore è responsabile della fornitura di una miscela conforme alle prestazioni richieste ed alle eventuali ulteriori caratteristiche (vedi Norma UNI 9858).
I dati fondamentali per i calcestruzzi a prestazione, specificati nel seguito, comprendono:

a. Classe di resistenza;
b. Dimensione massima nominale degli aggregati;
c. Classe di esposizione ambientale;
d. Classe di consistenza;
e. Tipologia strutturale (calcestruzzo non armato, armato o precompresso);

Saranno, inoltre, definiti il tipo, la classe ed il contenuto minimo di cemento.

Per la corretta applicazione delle presenti Prescrizioni si definisce la suddivisione dei compiti fra le diverse figure che concorrono al progetto ed alla realizzazione dell'opera.

Il Progettista

Il Progettista dovrà:

- scegliere i valori di riferimento per le caratteristiche suddette;
- stabilire le grandezze oggetto di prova, i relativi metodi di prova e la frequenza delle prove stesse nell'ambito di quanto previsto nelle presenti prescrizioni e prescrivere ciò che non sia stabilito per legge.

L'Appaltatore

L'Appaltatore dovrà garantire che le caratteristiche delle miscele del calcestruzzo siano in grado di soddisfare le indicazioni fornite dal Progettista.
Qualunque proposta di variazione di tali indicazioni dovrà essere approvata dal Progettista.

Il Direttore dei Lavori

Il Direttore Lavori, anche avvalendosi del supporto di specifiche strutture di controllo, dovrà:

- esaminare la documentazione fornita dal Progettista e dall'Appaltatore relativa alla prequalifica degli impasti di calcestruzzo;
- controllare, ove prevista, l'esecuzione delle prove sui costituenti del calcestruzzo e delle prove di qualifica delle miscele e valutarne i risultati;
- controllare l'esecuzione, in contraddittorio con l'eventuale fornitore, delle prove sul calcestruzzo fresco ed indurito stabilite dal Progettista e/o previste nelle prescrizioni esecutive;
- sovrintendere all'esecuzione delle prove per il "controllo di accettazione" descritto nelle norme tecniche di cui alla Legge 1086;
- controllare la validità dei risultati ottenuti nelle prove del comma precedente;
- predisporre l'esecuzione di eventuali prove integrative, nel caso di riscontrate non conformità;
- trasferire le informazioni di ritorno al Progettista per eventuali adeguamenti e/o modifiche del progetto.

CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Classi di resistenza

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come "*il valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza*".

La resistenza caratteristica cubica R_{ck} è dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.
La resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} è dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.
Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il calore della resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} e yy il valore della resistenza caratteristica cubica R_{ck}, entrambi espressi in N/mm^2 ($1N/mm^2 \approx 10\ kg/cm^2$)

CLASSI DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO			
Classe di resistenza	f_{ck} [N/mm^2]	R_{ck} [N/mm^2]	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	NON STRUTTURALE
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	ORDINARIO
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Classi di esposizione ambientale

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale sarà inserito.
Per "*ambiente*", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi ovvero ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.
Secondo tali azioni, sono individuate le classi e le sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella sotto riportata.

CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE DEL CALCESTRUZZO		
Classe	**Ambiente di esposizione**	**Esempi di condizioni ambientali**
1 – NESSUN RISCHIO DI CORROSIONE DELLE ARMATURE O DI ATTACCO AL CALCESTRUZZO		
X0	molto secco	interni di edifici con umidità relativa molto bassa
2 – CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DA CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO		
XC1	secco	interni di edifici con umidità relativa bassa
XC2	bagnato, raramente secco	parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni
XC3	umidità moderata	interni di edifici con umidità da moderata ad alta; calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia
XC4	ciclicamente secco e bagnato	superfici soggette a contatto con acqua non comprese nella classe XC2
3 – CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI		
XD1	umidità moderata	superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri
XD2	bagnato raramente secco	piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenente cloruri
XD3	ciclicamente secco e bagnato	parti di ponti; pavimentazioni; parcheggi per auto
4 – CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI DELL'ACQUA DI MARE		
XS1	esposizione alla salsedine marina ma non in contatto diretto con acqua di mare	strutture sulla costa o in prossimità
XS2	sommerse	parti di strutture marine
XS3	nelle zone di maree, nelle zone soggette a spruzzi	parti di strutture marine
5 – ATTACCO DA CICLI DI GELO/DISGELO		
XF1	grado moderato di saturazione, in assenza di agenti disgelanti	superfici verticali esposte alla pioggia ed al gelo

CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE DEL CALCESTRUZZO		
Classe	**Ambiente di esposizione**	**Esempi di condizioni ambientali**
XF2	grado moderato di saturazione, in assenza di sali disgelanti	superfici verticali d'opere stradali esposte al gelo e ad agenti disgelanti nebulizzati nell'aria
XF3	grado elevato di saturazione, in assenza di sali disgelanti	superfici orizzontali esposti alla pioggia ed al gelo
XF4	grado elevato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	superfici verticali ed orizzontali esposte al gelo ed a spruzzi d'acqua contenenti sali disgelanti

6 – ATTACCO CHIMICO		
XA1	aggressività debole	
XA2	aggressività moderata	
XA3	aggressività forte	

Poiché la classificazione della precedente tabella differisce dalla tabella della Norma UNI 9585, si fornisce una correlazione tra le classi di esposizione ambientale dei due documenti e le caratteristiche del calcestruzzo ai fini della durabilità delle opere.

CORRELAZIONE TRA CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE		
Ambiente di esposizione (UNI 9858)	**Classi di esposizione**	
	UNI 9858	**Linee Guida / prEN206**
Secco / molto secco	1	X0(0)
Umido senza gelo	2a	XC1, XC2
Debolmente aggressivo	5a	XC3, XD1, XA1(2)
Umido con gelo	2b(1)	XF1
Marino senza gelo Moderatamente aggressivo	4a 5b	XS1, XD2 XA2(2), XC4
Umido con gelo e sali disgelanti Marino con gelo	3(1) 4b(1)	XF2(1) XF3(1)
Fortemente aggressivo	5c	XD3, XS2, XS3, XF4(1), XA3(2)

(0) L'ambiente della classe X0 è definito in [2] come "molto secco".
(1) Classi di esposizione per le quali il calcestruzzo deve rispettare le prescrizioni del punto "*Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo e disgelo*".
(2) Classi di esposizione per le quali il calcestruzzo deve rispettare le prescrizioni del punto "*Calcestruzzi esposti ad attacco chimico*".

Le miscele non dovranno in alcun caso presentare un contenuto di cemento minore di 300 kg/m^3.
La definizione di una soglia minima per il dosaggio del cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di Rck e a/c prescritti in progetto possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.
Nel caso di calcestruzzi soggetti a cicli di gelo e disgelo (classi di esposizione ambientale XF) si dovranno applicare le prescrizioni integrative del punto *"Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo"*.

CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO

Cemento

Potranno essere impiegati unicamente i cementi elencati nella norma UNI ENV 197/1 che soddisfino i requisiti d'accettazione previsti nella Legge 26/5/1965 n.595, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta. I cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto per legge.

Acqua di impasto

L'acqua di impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008 che s'intende qui integralmente riportata.

Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nella parte 1ª della Norma UNI 8520. Le caratteristiche dovranno essere verificate in fase di qualifica delle miscele. In caso di fornitura di aggregati da parte d'azienda dotata di Sistema Qualità certificato secondo norme UNI EN ISO 9000, saranno ritenuti validi i risultati delle prove effettuate dall'Azienda.

Per aggregati potenzialmente reattivi agli alcali presenti nella miscela si applicano le prescrizioni del punto *"Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo"*.

Additivi

Gli additivi dovranno essere conformi a quanto prescritto nella norma UNI EN 934/2.

CARATTERISTICHE DELLE MISCELE

Requisiti generali

La composizione del calcestruzzo (cemento, aggregati, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovrà soddisfare le specifiche prestazionali in merito a classe di resistenza, dimensione nominale massima dell'aggregato, classe di consistenza e classe di esposizione, minimizzando i fenomeni di segregazione e di essudazione della miscela fresca.

I calcestruzzi dovranno soddisfare le caratteristiche minime di resistenza e durabilità indicate in progetto.

Nella scelta del tipo e della classe di cemento si è tenuto conto delle condizioni ambientali di esposizione delle opere, della velocità di sviluppo della resistenza, del calore di idratazione e della velocità alla quale esso si libera.

Il contenuto minimo di cemento tiene conto delle condizioni ambientali e delle prestazioni richieste; il calcestruzzo cementizio armato, ordinario o precompresso, dovrà in ogni caso contenere sufficiente cemento per assicurare un adeguato grado di protezione dell'acciaio contro la corrosione.

Granulometria degli aggregati

Per la realizzazione di calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C12/15 gli aggregati dovranno appartenere ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometria nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore Lavori.

Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro ed acqua essudata.

Si dovrà adottare una curva granulometrica che in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

Per aggregati con diametro massimo maggiore di 4 mm le singole frazioni necessarie a comporre la curva granulometrica non dovranno sovrapporsi per più del 15%; il diametro inferiore (d) della frazione (i+1)-esima dovrà sempre risultare minore o uguale al diametro superiore (D) della frazione i-esima.

Il Direttore Lavori potrà eventualmente approvare l'adozione di una granulometria discontinua.

- Dimensione massima nominale dell'aggregato: la massima dimensione nominale dell'aggregato è stata in funzione dei valori di copriferro ed interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; come previsto nel punto 5.4 della norma UNI 9858, la dimensione massima nominale dell'aggregato non dovrà essere in ogni caso maggiore:
  - di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
  - della distanza tra le singole barre d'armatura o tra gruppi di barre d'armatura (interferro) diminuita di 5 mm;
  - di 1.3 volte lo spessore del copriferro.
- Rapporto acqua-cemento: la quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla norma UNI 8520 parti 13ª e 16ª per la condizione *"satura a superficie asciutta"*, nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto.

  Qualora l'impianto non sia certificato, il rapporto acqua/cemento di ciascuna miscela dovrà essere controllato, anche in cantiere, con le modalità previste nella norma UNI 6393 almeno una volta ogni tre mesi ovvero ogni 2000 mc di produzione: il rapporto a/c non dovrà discostarsi più di +0.04 dal valore verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.
- Lavorabilità: la lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, è comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.

  La consistenza, come lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata solo in modo relativo, sulla base del comportamento dell'impasto fresco a determinate modalità di prova.

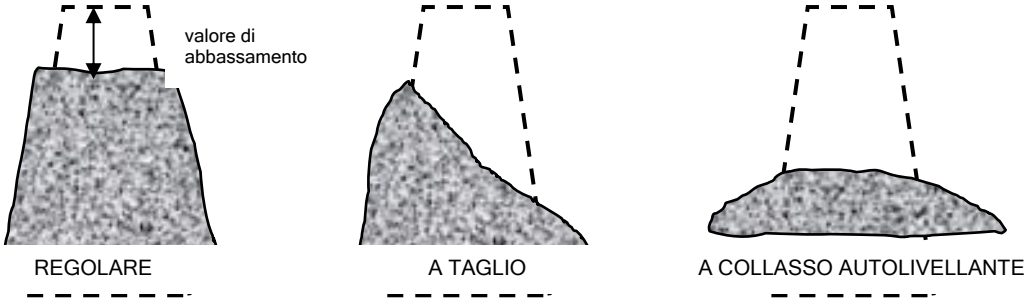
  Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:
  - abbassamento del cono (UNI 9418);
  - spandimento (UNI 8020 – metodo B).

  I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle successive tabelle:

CLASSI DI CONSISTENZA – MISURA DELL'ABBASSAMENTO AL CONO		
Classe di consistenza	**Abbassamento [mm]**	**Denominazione corrente**
S3	$100 \leq h \leq 150$	semifluida
S4	$160 \leq h \leq 210$	fluida
S5	> 210	superfluida

CLASSI DI CONSISTENZA – MISURA DELLO SPANDIMENTO	
Classe di consistenza	**Spandimento [mm]**
FB3	$420 \leq h \leq 480$
FB4	$490 \leq h \leq 550$
FB5	$560 \leq h \leq 620$
FB6	≥ 630

Nella misura dell'abbassamento al cono si possono verificare tre principali forme di abbassamento:



La prima forma, con abbassamento uniforme senza alcuna rottura della massa, indica comportamento regolare.

La seconda forma, con abbassamento asimmetrico (a taglio), spesso indica mancanza di coesione; essa tende a manifestarsi con miscele facili alla segregazione. In caso di persistenza, a prova ripetuta, il calcestruzzo è da ritenere **non idoneo** al getto.

La terza forma, con abbassamento generalizzato (collasso), indica miscele magre, oppure molto umide o, nel caso di calcestruzzi autolivellanti, addittivate con superfluidificanti.

Per miscele magre tendenti alla rigidità, un abbassamento regolare, facilmente, si può tramutare in un abbassamento di tipo a taglio oppure a collasso. In tal caso si dovrà accertare il fenomeno, onde evitare che si indichino valori diversi di abbassamento per campioni della stessa miscela.

Per raggiungere la giusta compattazione del getto in opera, la classe di consistenza del calcestruzzo al momento della posa dovrà essere sempre pari o superiore alla classe di abbassamento al cono S3 ovvero alla classe di spandimento FB3.

Classi di consistenza inferiori saranno ammesse, per particolari categorie di opere, soltanto se esplicitamente prescritte dal Progettista. Per i calcestruzzi impiegati nella prefabbricazione, ferme le altre caratteristiche si potrà derogare a tale prescrizione previa approvazione da parte del Direttore Lavori.

- Acqua essudata: il calcestruzzo non dovrà presentarsi segregato; ove siano fissati un limite di accettazione ed una frequenza di prova, la quantità d'acqua essudata sarà misurata secondo la norma UNI 7122.

Durabilità e resistenza agli agenti esterni

- Copriferro minimo e copriferro nominale: al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto *"copriferro nominale"*.

  Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi: il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento Δh. Vale, pertanto: $c_{nom} = c_{min} + \Delta h$.

  I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo sono indicati nella successiva tabella.

  La tolleranza di posizionamento delle armature Δh, nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5 mm.

  Il copriferro nominale è specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.

- Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo: per migliorare la resistenza dei calcestruzzi ai cicli gelo-disgelo, l'impiego di additivi aeranti potrà essere autorizzato soltanto se:
  - gli additivi sono conformi alla norma UNI EN 934/2;
  - l'immissione dell'aerante avviene contemporaneamente al caricamento di almeno il 50% dell'acqua aggiunta.

  Si dovrà evitare ogni disomogenea distribuzione delle microbolle d'aria nell'impasto, che possa comportare nella struttura volumi di calcestruzzo aventi caratteristiche variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera.

  La quantità percentuale d'aria inglobata, determinata sul calcestruzzo fresco prelevato dal getto dopo la vibrazione secondo UNI 6395, dovrà essere conforme alle indicazioni della seguente tabella:

ARIA TOTALE INGLOBATA					
Ambiente	**Classi di esposizione**		**Aria totale inglobata % per aggregati con diametro massimo:**		
	UNI 9858	**Linee guida/prEN206**	**8 mm**	**16 mm**	**32 mm**
Umido con gelo	2b	XF1	4	5	6
Umido con gelo e sali disgelanti	3	XF2	4	5	6
Marino con gelo	4b	XF3	4	5	6

Qualora prescritto dal Direttore Lavori, i calcestruzzi esposti a cicli gelo-disgelo dovranno essere sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione secondo norma UNI 7087: la riduzione del modulo elastico non dovrà risultare superiore al 30% del valore iniziale del campione di riferimento.

Se l'importanza dell'opera ovvero le condizioni di esposizione lo giustificano, il Progettista potrà richiedere prove di resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione, da eseguirsi in laboratorio con le modalità della norma ISO 7031 su provini stagionati nelle stesse condizioni della struttura o su carote estratte dalla struttura al termine della stagionatura: la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

- Reazioni alcali-aggregati: il Progettista, in base all'esperienza locale ovvero all'identificazione delle caratteristiche mineralogiche degli aggregati (che potranno essere richieste all'Appaltatore comprese nei propri oneri – UNI 8520 – parti 4 e 22), valuterà la possibilità che si manifesti con effetti dannosi nel calcestruzzo la reazione chimica tra gli alcali (ioni sodio Na^+ e potassio K^+ presenti in tutti i costituenti delle miscele di calcestruzzo: cemento, aggregati, acqua, additivi ed aggiunte) ed eventuali aggregati reattivi, e dovrà determinare il tipo di prevenzione da adottare per impedire il fenomeno.

  Nel caso in cui il Progettista dovesse riscontrare il rischio di possibili reazioni alcali-aggregati, poiché alcune parti delle opere da realizzare possono risultare sature d'acqua, costantemente o frequentemente, le misure preventive adottabili saranno:
  - scelte di componenti della miscela a basso contenuto di alcali;
  - sostituzione di una frazione ovvero dell'intero aggregato reattivo con aggregato inerte;
  - impermeabilizzazione della struttura;
  - utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte di tipo II di idonei additivi a base di sali di litio.
- Attacco chimico da parte dei solfati: i cementi dovranno avere la composizione specificata nella norma UNI 9156.

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IMPIEGATO NELLE SPALLE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

TIPOLOGIA OPERA	**SOTTOFONDAZIONE**
TIPO CEMENTO	**325**
RESISTENZA CARATTERISTICA N/mm²	**≥ 20**
DIMENSIONE AGGREGATI (mm)	**15÷30**

TIPOLOGIA OPERA	**FONDAZIONE ELEVAZIONE**
TIPO CEMENTO	**425**
RESISTENZA CARATTERISTICA N/mm²	**35**
DIMENSIONE AGGREGATI (mm)	**5÷15**

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IMPIEGATO SOLETTA DI COMPLETAMENTO IMPALCATO

TIPOLOGIA OPERA	**FONDAZIONE ELEVAZIONE**
TIPO CEMENTO	**425**
RESISTENZA CARATTERISTICA N/mm²	**35**
DIMENSIONE AGGREGATI (mm)	**5÷15**

Art.13 ACCIAIO PER STRUTTURE

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

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

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al

prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Marcatura e rintracciabilità dei prodotti qualificati

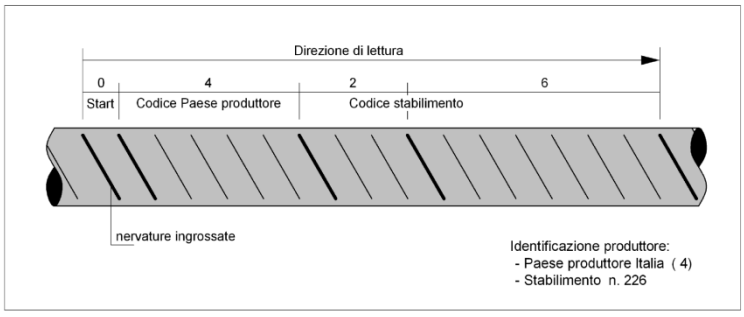
Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.
Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:
- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé 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, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per 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. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.
Ogni prodotto deve essere marchiato 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 marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.
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 gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.
I prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:
- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.
Per quanto concerne l'Italia i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080, caratterizzanti nervature consecutive sono in numero di quattro.

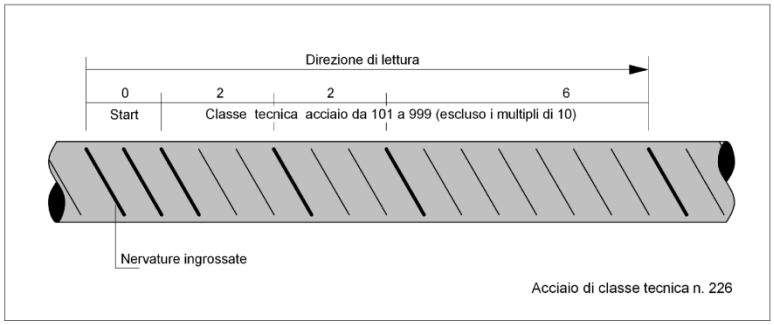
Identificazione del produttore

Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.



Identificazione della classe tecnica

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura 16.2 riporta un acciaio di classe tecnica n. 226.



In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni, e di ciò deve essere esplicitato sul certificato stesso.

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) sia scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto 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.

Conservazione della documentazione d'accompagnamento

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 dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Indicazione dei marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

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.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico.

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare 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.

Centri di trasformazione

Le nuove norme tecniche definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Documentazione di accompagnamento e verifiche del Direttore Lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

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

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

I tipi d'acciaio per cemento armato

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.
I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella seguente.

Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
B450C (6 ≤ ∅ ≤ 50 mm) - B450A (5 ≤ ∅ ≤ 12 mm)

L'acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:
fy nom: 450 N/mm^2 ft nom: 540 N/mm^2 e deve rispettare i requisiti sotto indicati

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	≥ $f_{y\ nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	≥ $f_{t\ nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1,15 ≤ 1,35	10,0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	≤ 1,25	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 7,5%	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche		
⍰⍰< 12 mm	4 ⍰	-
12 ≤ ⍰⍰≤ 16 mm	5 ⍰	-
per 16 < ⍰⍰≤ 25 mm	8 ⍰	-
per 25 < ⍰⍰≤ 50 mm	10 ⍰	-

L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme:

- 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.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10°C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire fy, con f(0,2).

La prova di piegamento

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

La prova di trazione

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1.
I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.
La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione, sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).
Riguardo alla determinazione di Agt, allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione Fm, bisogna considerare che:

- se Agt è misurato usando un estensimetro, Agt deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se Agt è determinato con il metodo manuale, Agt deve essere calcolato con la formula:
  Agt = Ag + Rm /2000

dove Ag è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo Fm; Rm è la resistenza a trazione (N/mm^2).
La misura di Ag deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm ad una distanza r2 di almeno 50 mm o 2d (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due).
La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

Le caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.
Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.
Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.
La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.
La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.
Le barre sono caratterizzate dal diametro ▪▪ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm^3.
I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle seguenti:

Acciaio in barre	Diametro [mm]
450C	6 ≤ ≤ 40
B450A	5 ≤ ≤ 10

Acciaio in rotoli	Diametro [mm]
B450C	6 ≤ ≤ 16
B450A	5 ≤ ≤ 10

La sagomatura e l'impiego

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.
Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle nuove norme tecniche.

Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.
I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.
Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro come di riportato nella tabella sottostante.

Acciaio tipo	Diametro degli elementi base
B450C	6 mm ≤ ϕ ≤ 16 mm
B450A	5 mm ≤ ϕ ≤ 10 mm

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere: $\phi min/\phi\ max \geq 0,6$.
I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm^2. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.
In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.
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 possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.
In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

La marchiatura di identificazione

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.
La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.
Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.
La saldabilità
L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 16.8, 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.

Elemento	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

È possibile eccedere il valore massimo di *C* dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa. Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

Le tolleranze dimensionali

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze sotto riportate.

Diametro nominale [mm]	5 ≤ -≤ 8	8 < ϕ ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	±6	±4,5

Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli

I controlli sistematici: le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento. I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

Le prove di qualificazione

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.
Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.
Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t, l'allungamento A_{gt}, ed effettuate le prove di piegamento.

Le prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.
Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono, quindi, utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 25$).
Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione. Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.
Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri		
Intervallo di prelievo	**Prelievo**	**Provenienza**
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	stessa colata

Verifica di qualità non per gruppi di diametri		
Intervallo di prelievo	**Prelievo**	**Provenienza**
≤ 1 mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	stessa colata o lotto di produzione

La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 16.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.
Qualora la tolleranza sulla sezione superi il ± 2%, il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.
I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.
Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.
Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro 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 alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.
I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.
In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma UNI EN ISO 15630-1.
Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.
Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.
Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

I controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiati e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.
I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.
Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.
Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.
Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.
Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico, 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 e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

Valori di resistenza e di allungamento accettabili		
Caratteristica	**Valore limite**	**Note**
f_y minimo	425 N/mm^2	(450 – 25) N/mm^2
f_y massimo	572 N/mm^2	[450 · (1,25 + 0,02)] N/mm^2
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$1{,}13 \le f_t/f_y \le 1{,}37$	per acciai B450C
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.
La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.
In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

PRESCRIZIONI GENERALI

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, del tipo indicato sugli elaborati progettuali o dato per ordine scritto dalla Direzione Lavori, sarà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità difformi dalle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste nei disegni esecutivi di progetto.
Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, del tipo indicato sugli elaborati progettuali o dato per ordine scritto dalla Direzione Lavori, sarà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità difformi dalle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste nei disegni esecutivi di progetto.
Il peso del ferro in ogni caso sarà determinato con mezzi geometrici analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature, risvolti e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali e dal peso specifico pari a circa 7860 Kg/m^3.

TIPOLOGIE IN APPALTO

Tutto l'acciaio da utilizzare per la realizzazione delle strutture in progetto sarà del tipo in barre ad aderenza migliorata B450C e pannelli di rete elettrosaldata costituiti da barre tonde ad aderenza migliorata, il tutto nei diametri commerciali.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Barre ad aderenza migliorata

Le barre ad aderenza migliorata dovranno possedere la proprietà indicate sul D.M. 14/01/2008 cap.11.3 par.11.3.2. Tali barre dovranno inoltre superare con esito positivo prove di aderenza secondo il BEAM TEST conformemente all'allegato 6 e dovranno essere del tipo saldabile.

L'intera fornitura dovrà essere del tipo CONTROLLATO IN STABILIMENTO ai sensi del D.M. 14/01/2008 e sarà accettata in cantiere senza ulteriori controlli se accompagnata sa certificato di Laboratorio Ufficiale e se munita di legatura con marchio del produttore o contraddistinta con marchio di laminazione a caldo.

Reti di acciaio elettrosaldate

Le reti di acciaio elettrosaldate dovranno possedere le caratteristiche indicate sul D.M. 14/01/2008. Saranno formate con fili aventi diametro compreso fra 4 mm e 12 mm e maglia non superiore ai 35 cm.

Art.14 COSTRUZIONE STRUTTURE PREFABBRICATE IN CALCESTRUZZO CEMENTIZIO ARMATO

Non sono ammesse forature, demolizioni parziali e rotture di alcun genere dopo l'esecuzione delle strutture, salvo che per l'ancoraggio di tasselli e zanche con diametro massimo di 3.0 cm; tutti gli attraversamenti per impianti, presenti o previsti, lesene o scanalature varie, dovranno essere predisposti prima dei getti.
I pezzi saranno realizzati in ambienti protetti e rispetteranno le disposizioni D.M.14/1/2008. La resistenza prima della formatura e della movimentazione dovrà essere compatibile con lo stato di tensione indotto da tali operazioni.
I prefabbricati, così come i getti in opera, comprenderanno gli inserti per le successive opere di finitura ed impianti.
Nel trasporto e messa in opera dovranno essere evitati gli urti, integrando – se necessario – i prefabbricati con elementi di irrigidimento.
I sistemi di vibrazione e maturazione forzata dovranno essere descritti in relazione ed illustrati alla Direzione Lavori prima del confezionamento degli elementi prefabbricati.
Le eventuali parti di armatura metallica strutturale o provvisionale (ganci di sollevamento, traverse controvento, ecc.) che dovessero essere lasciate emergenti perché impiegate nelle fasi transitorie, dovranno dopo la posa in opera, essere rinchiuse e sigillate con conglomerato cementizio ad alta stabilità volumetrica.
Gli elementi prefabbricati che dovessero essere previsti per futuri ampliamenti che ne comportino il recupero e la rimozione, dovranno disporre degli opportuni agganci conglobati nel getto e facilmente accessibili.

Art.15 CONTROLLI SU STRUTTURE PREFABBRICATE IN CALCESTRUZZO CEMENTIZIO ARMATO

La fornitura degli elementi prefabbricati sarà accompagnata da una relazione strutturale e dalle tavole grafiche relative agli elementi in calcestruzzo cementizio armato prefabbricato riportanti le carpenterie metalliche di cui sono costituiti gli elementi stessi. I calcoli strutturali dovranno essere eseguiti in ottemperanza alla normativa tecnica per le costruzione (D.M.14/01/2008) e la relazione dovrà contenere l'indicazione di tutti i materiali impiegati (compresi gli additivi), le resistenze richieste dal Progettista al conglomerato per tutte le fasi in cui questo è operante (comprese le fasi transitorie).
Questo documento dovrà essere fornito alla Direzione Lavori prima della fornitura del materiale in cantiere per la verifica della conformità tecnica della fornitura stessa.
Si precisa che la relazione di calcolo deve essere riferita agli elementi forniti in cantiere, in base alle condizioni di carico richieste dal progettista ed a quelle previste per l'impiego a cui l'opera è destinata e non contenere generiche indicazioni sugli elementi strutturali in produzione presso lo stabilimento.

Se tale documento non perverrà nei tempi suddetti e non sarà approvato dal Direttore Lavori, lo stesso potrà rifiutare la fornitura pervenuta in cantiere senza il riconoscimento di alcun onere all'Appaltatore. Qualora quest'ultimo posizionasse ugualmente gli elementi strutturali in assenza di qualsiasi approvazione, il Direttore Lavori ordinerà la rimozione di quanto fornito a totale onere dell'Appaltatore, i lavori saranno sospesi per grave inadempienza dell'Appaltatore e si applicherà quanto disposto all'art.45 del presente CSA.

Potranno essere ordinate prove di carico anche per sovraccarichi superiori sino quelli prescritti, spingendo l'elemento/i strutturale/i sino al collasso.

Nell'ambito dei controlli che l'Appaltatore dovrà eseguire su eventuale ordine del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore statico, si intendono comprese le ricerche atte ad accertare (oltre alle normali caratteristiche di resistenza meccanica dei materiali):

- le resistenze ad urto, fatica, abrasione;
- la determinazione del Modulo Elastico all'origine della forma dl diagramma (Θ - Σ) e deformazione ultima Σ_u – duttilità;
- aderenza, ritiro, viscosità, coefficiente di dilatazione termica;
- calore di idratazione e resistenza al fuoco;
- porosità ed impermeabilità;
- conducibilità termica;
- omogeneità.

Art.16 SOVRASTRUTTURA CICLO-PEDONALE

Per le terminologie e le definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n.169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise: *a*) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato): *b*) sovrastruttura, così composta:
1. fondazione,
2. base,
3. strato superficiale (collegamento e usura).

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione Lavori, la sagoma stradale per tratti in rettifilo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5÷2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0÷5,0%.
Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.
Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.
L'Impresa indicherà alla Direzione Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.
La Direzione Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove saranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi Laboratori ufficiali.
L'approvazione della Direzione Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.
L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.
Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 0,3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.
La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

STRATO DI FONDAZIONE

Lo strato di fondazione sarà costituito dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e comunque dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori e dovrà essere steso in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione Lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate.
Gli strati dovranno essere costipati con attrezzature idonee al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione Lavori, tali da arrivare ai gradi di costipamento prescritti dalle indicazioni successive.
Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegato. Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovrà tenere conto delle perdite per evaporazione causa vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.
Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre danni alla qualità dello strato stabilizzante.
La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.
Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscellata e costipata in conformità delle prescrizioni della Direzione Lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.
La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE A STABILIZZAZIONE MECCANICA

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.
L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.
Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avsarà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria compresa nei seguenti fusi e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Φ **max 71 mm**	Miscela passante: % totale in peso Φ **max 30 mm**
Crivello 71	**100**	**100**
Crivello 30	**70 ÷ 100**	**100**
Crivello 15	**50 ÷ 80**	**70 ÷ 100**
Crivello 10	**30 ÷ 70**	**50 ÷ 85**
Crivello 5	**23 ÷ 55**	**35 ÷ 65**
Setaccio 2	**15 ÷ 40**	**25 ÷ 50**
Setaccio 0,42	**8 ÷ 25**	**15 ÷ 30**
Setaccio 0,075	**2 ÷ 15**	**5 ÷ 15**

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
4. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
5. equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65.Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto 6);
6. indice di portanza CBR (C.N.R. – U.N.I. 10009 – Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante alcrivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ± 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento;
7. limite di liquidità ≤25%, limite di plasticità ≥19, indice di plasticità ≤6.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avsarà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.
Contemporaneamente l'impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata. I requisiti di accettazione saranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.
Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione deì pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e sarà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.
I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa al rifacimento degli strati non ritenuti idonei.
Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato.
Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiante.

Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, sarà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei. L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Miscela inerti per strati di collegamento:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 ovvero inerte IV cat. : Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione <140;
- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30 mm;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n.80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n.75/80, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma C.N.R. B.U. n.95/84, non superiore al 20%,
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n.104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 ovvero inerte I cat. :Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120 ;
- se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm^2, nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non sarà ricompensata all'Impresa, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015*;*
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra. In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm): l'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. fascicolo IV/1953 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 40%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Additivo minerale (filler): gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25 °C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

Legante bituminoso

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso, dato per iscritto, dalla Direzione Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

Miscele *Strato di collegamento (binder)*

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 25	**100**
Crivello 15	**65 ÷ 100**
Crivello 10	**50 ÷ 80**
Crivello 5	**30 ÷ 60**
Setaccio 2	**20 ÷ 45**
Setaccio 0,42	**7 ÷ 25**
Setaccio 0,18	**5 ÷ 15**
Setaccio 0,075	**4 ÷ 8**

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – la caratteristiche di impasto di seguito precisati:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali è determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%.
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidezza, sia per i conglomeratí bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n.40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n.105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C, non inferiore a 55 BPN "British Portable Tester Number"; qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n.94/83, non inferiore a 0,45 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n.147/92, non inferiore a 0,55.

Le misure di BPN, HS, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Controllo dei requisiti di accettazione*Strato di collegamento (binder)*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Strato di usura

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Inoltre indicati con:

M: il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg;

Iv: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;

LA: perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

i lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifichi anche una sola delle disuguaglianze sotto indicate:

M < 800 Kg	Iv > 14%	LA > 23%

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione Lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contradditorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di emissione del conto finale, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di

moltiplicazione da applicare a detto importo per ottenere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

$C = 1 - 0,3 \times (1000 - M) / 200 - 0,2 \times (Iv - 8) / 6 - 0,1 \times (LA - 20) / 3$ con

$M \leq 1000$ Kg	$Iv \geq 8\%$	$LA \geq 20\%$

Quando il coefficiente C risulti minore o uguale a 0,5 il lavoro non sarà accettato.

Per l'applicazione del fattore di moltiplicazione (C) sull'importo dei lavori si dovrà utilizzare, per ciascun termine (M, Iv e LA), il valore medio tra quelli rilevati su più sezioni (chilometriche) dell'intero tronco stradale oggetto dell'intervento.

Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nei seguenti limiti:

- strato di collegamento: ± 7 mm,
- strato di usura: ± 5 mm.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori: 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa; 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

Art.17 BITUMI

Le caratteristiche per l'accettazione dei bitumi per usi stradali secondo le norme C.N.R.-B.U. n. 68 del 23/5/1978 sono riportate nella seguente tabella:

Caratteristiche	B 40/50	B 50/70	B 80/100	B 130/150	B 180/220
Penetrazione a 25 °C [dmm]	oltre 40 fino a 50	oltre 50 fino a 70	oltre 80 fino a 100	oltre 130 fino a 150	oltre 180 fino a 220
Punto di rammollimento (palla-anello) [°C]	51/60	47/56	44/49	40/45	35/42
Punto di rottura Fraas [max °C]	-6	-7	-10	-12	-14
Duttilità a 25 °C [min cm]	70	80	100	100	100
Solubilità in CS2 [min %]	99	99	99	99	99
Volatilità max : a 163 °C a 200 °C	0,5	0,5	0,5	1	1
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore min espresso in % di quello del bitume originario	60	60	60	60	60
Punto di rottura max del residuo della prova di volatilità [°C]	-4	-5	-7	-9	-11
Percentuale max in peso di paraffina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25 °C	1,00÷1,10	1,00÷1,10	1,00÷1,07	1,00÷1,07	1,00÷1,07

La Direzione Lavori, a proprio insindacabile giudizio, effettuerà le campionature di bitume, operazione necessaria per fornire un campione rappresentativo del bitume in esame, secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 81 del 31/12/1980 "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali Campionatura bitume".

BITUMI LIQUIDI

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al fascicolo n. 7 del C.N.R., edizione 1957.

EMULSIONI BITUMINOSE

Emulsioni anioniche (basiche) Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al fascicolo n. 3 del C.N.R., ultima edizione 1958.

Emulsioni cationiche (acide) Le norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose acide devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

			A rapida rottura		A media velocità di rottura		A lenta rottura	
Prove di accettazione		Metodi di prova	ECR 55	ECR 65	ECM 60	ECM 65	ECL 55	ECL 60
Composizione:								
a	Contenuto d'acqua, % in peso	CNR fasc. 3 art. 19	max 45	max 35	max 40	max 35	max 45	max 40
b	Contenuto di legante (bitume+ flussante), % in peso	100 - a	min 55	min 65	min 60	min 65	min 55	min 60
c	Contenuto di bitume (residuo della distillazione), % in peso	ASTM D 244-72	min 53	min 62	min 54	min 55	min 55	min 60
d	Contenuto di flussante, % in peso	b - c	max 2	max 3	max 6	max 10	0	0
Caratteristiche:								
e	Velocità di rottura: demulsività, % peso	ASTM D 244-72	>40	> 40	--	--	—	--
	adesione, %	LCPC	> 90	> 90	--	--	--	--
	rivestimenti aggregati acidi o basici:	ASTM D 244-72						
	- Asciutti, %		--	--	> 80	> 80	—	—
	- Umidi, %		--	--	> 60	> 60	—	—
	Impasto con cemento o con polvere silicea, g	ASTM D 244 72/SFERB -76	--	--	--	—	max 2	max 2
f	Trattenuto al setaccio ASTM n. 20, % in peso	ASTM D 244-72	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2
g	Sedimentazione a 5 giorni, % in peso	ASTM D 244-72	max 10	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
h	Viscosità Engler a 20 °C, °E	IP 212/66	3-10	8-25	5-12	7-15	3-10	5-12
i	Carica delle particelle	ASTM D 244-72	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione):								
l	Penetrazione a 25 °C, dmm	CNR BU 24	max 220	max 220	max 220	max 220	max 220	max 220
m	Punto di rammollimento (palla-anello), °C	CNR BU 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35

Per le mani di ancoraggio, da effettuare prima della stesa di successivi strati in conglomerato bituminoso, sono da preferire le emulsioni tipo ECR 55, salvo diversa indicazione della voce della lavorazione sull'elenco prezzi o da differente ordinativo della Direzione Lavori.

Art.18 NORME PER IL CONTROLLO DI QUALITA' DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

PROVE PRELIMINARI DI QUALIFICAZIONE

Hanno lo scopo di valutare e verificare prima dell'inizio lavori le diverse caratteristiche dei componenti (aggregati, bitume, filler e miscela) del conglomerato bituminoso.

Controllo dei requisiti di accettazione degli aggregati per conglomerati bituminoso, con frequenza di prelievo ogni 1000 mc.

Norme di riferimento:

- CNR fascicolo IV 1953, Capo II : Prelievo dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisisti di accettazione
- CNR BU 139/92 : Norme sugli aggregati - Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali.

Caratteristiche da richiedere:

a) Identificazione delle rocce (CNR-BU 104/84);
b) Massa volumica reale del grano (UNI 8520)
c) Idrofilia .. (CNR fascicolo IV 1953);
d) Analisi granulometrica con crivelli e setacci (CNR-BU 23/71);
e) Coefficiente di forma "Cf" (CNR-BU 95/84);
f) Coefficiente di appiattimento "Ca" (CNR-BU 95/84);
g) Massa volumica apparente degli aggregati (CNR-BU 63/78);
h) Equivalente in sabbia (CNR-BU 27/72);
i) Indice dei vuoti delle singole pezzature (UNI 8520);
j) Determinazione del coefficiente di frantumazione (CNR fascicolo IV 1953);
k) Determinazione della perdita in peso mediante prova Los Angeles (CNR-BU 34/73);
l) Sensibilità al gelo (CNR-BU 80/80);
m) Coefficiente di imbibizione (CNR-BU 137/92).

Controllo dei requisiti di accettazione del bitume campione da 3 kg, con frequenza di prelievo ogni fornitura.

Norme di riferimento:

- CNR BU 81/80 : Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali – Campionatura del bitume
- CNR BU 68/78 : Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali – Caratteristiche per l'accettazione

Caratteristiche da richiedere:

a) Penetrazione a 25 °C (CNR-BU 24/71);
b) Punto di rammollimento (palla anello) (CNR-BU 35/73);
c) Punto di di rottura (Fraas) (CNR-BU 43/73);
d) Volatilità (CNR-BU 50/76);
e) Duttilità a 25 °C (CNR-BU 44/74).

Controllo dei requisiti di accettazione del filler.

Classificazione con setacciatura ai setacci ASTM n.30-100-200, in base alla prova di analisi granulometrica per setacci secondo la norma CNR BU 23/71. Campione di g .500, con frequenza di prelievo ogni 50 mc.

Verifica e studio delle miscele (mix-design) di conglomerati bituminosi e prove preventive per verificare la conformità alle prove preliminari presentate dall'appaltatore.

Si riportano i dati principali da richiedere: a) Curva granulometrica della miscela; b) Perdita in peso espressa in coefficiente Los Angeles dell'inerte > 4mm; c) Equivalente in sabbia dell'inerte < 4 mm; d) Percentuale di bitume riferito al peso degli aggregati; e) Percentuale di filler; f) Valori della percentuale dei vuoti residui e della rigidezza Marshall ottimali della miscela.

Campionatura dei conglomerati bituminosi.

La campionatura di un conglomerato bituminoso è la serie di operazioni occorrenti per fornire un campione rappresentativo del conglomerato in esame. Il campione dovrà essere esattamente contrassegnato e corredato di tutte le indicazioni relative alla sua identificazione ed alle prove da eseguire.

Nel caso di spedizione di carote o tasselli prelevati dal conglomerato in opera i campioni dovranno essere imballati con cura, per evitare fessurazioni e deformazioni, protetti dagli urti e se necessario coibentati.

La campionatura può effettuarsi:

- da conglomerato bituminoso sciolto all'impianto, sui mezzi di trasporto e durante le operazioni di stesa;
- da conglomerato bituminoso costipato in opera.

Norme di riferimento: CNR BU 61/78 : Campionatura dei conglomerati bituminosi.

CONTROLLI DI QUALITA' IN CORSO D'OPERA

Prelievo di campioni di conglomerato sciolto durante le operazioni di stesa per controllo di qualità in corso d'opera.

Per evitare la segregazione, è preferibile effettuare i prelevamenti a tergo della macchina vibrofinitrice dopo la stesa. I campioni parziali dovranno interessare tutto o solo lo spessore dello strato in esame ed essere in grado sia per numero che per quantità di rappresentare realmente i materiali posti in opera.

Il campione dovrà essere contenuto in apposita cassetta di legno, contrassegnato e corredato di tutte le indicazioni atte ad individuare il punto di prelievo.

Prove di laboratorio sui campioni di conglomerato bituminoso prelevato in corso d'opera per il controllo della qualità.

1. Contenuto di legante (CNR-BU 38/73);
2. Analisi granulometrica per setacciatura della miscela di inerti (CNR-BU 23/71);
3. Percentuale dei vuoti o porosità dei provini Marshall (CNR-BU 39/73);
4. Peso nell'unità di volume dei provini Marshall (CNR-BU 40/73);
5. Prova Marshall (stabilità e scorrimento) (CNR-BU 30/73);
   (I provini Marshall dovranno essere eseguiti preferibilmente in sito con costipatore meccanico)
6. Prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata pari a 15 giorni.

PROVE FINALI DI COLLAUDO

Campionatura di un conglomerato costipato in opera per prove finali e di collaudo

Il campione parziale può essere prelevato sotto forma di carote fresate dalla pavimentazione a mezzo di attrezzatura (carotatrice) ovvero sotto forma di tassello ricavato mediante fresa a disco oppure anche mediante scalpellatura e picconatura.

Il campione dovrà risultare indisturbato integro, compatto e rappresentare lo spessore completo dello strato (o degli strati) da esaminare.

Prove di laboratorio sui campioni di conglomerato bituminoso prelevato in opera per i controlli finali e di collaudo.

a. Misura degli spessori degli strati;
b. Contenuto di legante (CNR-BU 38/73);
c. Analisi granulometrica per setacciatura della miscela di inerti (CNR-BU 23/71);
d. Contenuto dei vuoti residui espresso in percentuale in volume (CNR-BU 39/73);
e. Determinazione del peso dell'unità di volume del conglomerato (CNR-BU 40/73).

3.3. Prova per la misura della resistenza di attrito radente con apparecchio portatile a pendolo (skid test).

La prova è eseguita per verificare e misurare la resistenza di attrito radente longitudinale offerta dalla superficie di una pavimentazione stradale bagnata. Lo strumento misura la resistenza allo slittamento fra un elemento in gomma strisciante (montato sul terminale di un apposito pendolo) e la superficie stradale. La prova è effettuata utilizzando un apparecchio portatile denominato "Skid-resistance" tester by Stanley London realizzato dal Road Research Laboratory.

I valori misurati con questa apparecchiatura vengono espressi in unità BPN (Britih Portable Tester Number) e raffrontati con le quattro categorie di manti in relazione alla sdrucciolevolezza.

Catg. A	BPN>65	Antisdrucciolevole per eccellenza
Catg. B	55<BPN>65	Abbastanza antisdrucciolevole
Catg. C	45<BPN>55	Soddisfacente in circostanze favorevole
Catg. D	BPN<45	Sdrucciolevole

Norme di riferimento: - CNR BU 105/85 : Norme per la misura delle caratteristiche superficiali delle pavimentazioni – Metodo di prova per la misura della resistenza di attrito radente con l'apparecchio portatile a pendolo.

Massa e dimensioni dei campioni destinati al laboratorio e frequenza di prelievo

- *Massa e dimensioni dei campioni destinati al laboratorio:* Campione di conglomerato sciolto - vedi : A*llegato I - tabella n. 1*
  Campione di conglomerato costipato in opera - vedi : A*llegato I - tabella n. 2*
- *Tavola sinottica (classificazione delle prove):* vedi : A*llegato II*
- *Controllo dei conglomerati bituminosi stradali prodotti:* vedi : A*llegato III*
- *Quantità minima del materiale necessario per le varie prove sugli aggregati:* vedi : A*llegato IV*

Allegato I

A) MASSA E DIMENSIONI DEI CAMPIONI DESTINATI AL LABORATORIO

A.1) *CONGLOMERATO SCIOLTO*

La massa minima del campione dipende dalle dimensioni massime dell'aggregato e dal tipo di prova da effettuare ed è riportata, a titolo orientativo, nella tabella n. 1

Tabella n. 1

Tipo di prova	Dimensione massima dell'aggregato (mm)					
	30	25	15	10	5	2
Contenuto in legante e granulometria (Kg)	7	7	4	3	2	2
Massa volumica (Kg)	4	4	3	3	3	3
Prova Marshall (Kg)	10 (*)	6	6	6	6	6

(*) Per tenere conto della necessità di scartare l'aggregato di dimensione maggiore di 25 mm.

A.2) CONGLOMERATO COSTIPATO IN OPERA

Le dimensioni e il numero dei campioni dovranno essere tali da fornire la quantità in materiale occorrente, di volta in volta, per le prove richieste, come indicato in tabella n.1. Le dimensioni minime del tassello e del diametro della carota, in funzione della pezzatura massima dell'aggregato, sono riportati, a titolo orientativo nella tabella n. 2.

Tabella n. 2

Tipo campione	Dimensione massima dell'aggregato (mm)					
	30	25	15	10	5	2
Diametro minimo del tassello (*) (cm x cm) Diametro minimo della carota cm	20x20 15	20x20 15	20x20 15	20x20 15	20x20 10	20x20 10

(*) Nel caso di prelevamento con scalpello o piccone, le dimensioni riportate dovranno essere opportunamente aumentate.

Allegato II

TAVOLA SINOTTICA - (CLASSIFICAZIONE DELLE PROVE)

PROVE	Sui componenti	Sulla miscela	Sulle modalità di posa in opera	Sulla funzionalità degli strati ottenuti
Progetto	Caratteristiche granulometriche fisiche, meccaniche dell'aggregato. Caratteristiche dell'additivo. Caratteristiche del legante.	Determinazione addensamento sulla miscela con e senza legante. Determinazione della stabilità deformabilità, vuoti e imbibizione sulla miscela con legante. Ricerca delle condizioni ottime. MIX DESIGN studio Marshall.		
Esecuzione	Controllo della rispondenza delle caratteristiche dei componenti a quanto rilevato in fase di progetto e contenuto nelle prescrizioni di Capitolato.	Controllo quantitativo della composizione. Verifica dell'ottenimento dei valori previsti in progetto.	Controllo del corretto funzionamento degli impianti e delle attrezzature. Controllo della corretta posa in opera (omogeneità). Controllo addensamento (% vuoti ecc.)	Prova Marshall per conglomerati bituminosi
Collaudo	Come sopra. Con particolare riguardo a possibili variazioni intervenute nei vari costituenti durante la fase di esercizio.	Come sopra. Per quanto possibile in relazione al prelievo dei campioni.	Controllo dello stato finale di addensamento (percentuale dei vuoti). Spessori.	Controllo della regolarità della superficie. Misura di deformazione in sito. Misure di permeabilità. Misure di scivolosità.

Allegato III

CONTROLLO DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI STRADALI PRODOTTI

MATERIALI	Prelievo	Quantità da prelevare	Prove da eseguire	Frequenza del prelievo
Miscela allo stato sciolto	Impianto	10 Kg	Composizione quantitativa, controllo della stabilità. controllo della temperatura	Ogni 300 mc. 1 volta al giorno
	Finitrice	10 Kg	Composizione quantitativa, controllo della temperatura; prova Marshall, Brasiliana, impronta.	Ogni 150 mc. 1 volta al giorno
Miscela dopo costipamento	Sullo strato finito a discrezione	Carote 3 Φ 20 o 4 Φ 15 o 6 Φ 10 cm	Composizione quantitativa, controllo addensamento (percentuale dei vuoti), controllo stabilità (limitatamente alle possibilità di prelevare campioni indisturbati di forma e volumi idonei), spessori carotature	Ogni 6000 mq.

Allegato IV

QUANTITÀ MINIMA DEL MATERIALE NECESSARIO PER LE VARIE PROVE SUGLI AGGREGATI

Tipo di prova	**Dimensione massima dell'aggregato(mm)**								
	71	60	40	25	15	10	5	2	<2
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
Esame petrografico - Pesi specifici	10	10	5	5	5	5	5	1	1
Granulometria Coefficiente di forma, massa volumica	25	15	10	5	2	1	0.5	0.2	0.2
Perdita di peso per abrasione Los Angeles	50	50	25	25	15	15	10		
Resistenza al gelo	100	100	50	50	30	30	20		
Coefficiente di frantumazione				10	10	5			
Idrofilia							5		
Impurità	10	10	10	5	5	5	5	1	1

Nota:In genere con abbondare nel quantitativo del materiale da prelevare per inviare al laboratorio, per consentire l'esecuzione di prove in doppio e la ripetizione delle prove di dubbio risultato.