

# Comuni di Casalecchio di Reno e Zola Predosa Città Metropolitana di Bologna

## PROGETTO DI TRASFORMAZIONE URBANISTICA ALLEGATO ALL'ACCORDO DI PROGRAMMA PER IL POLO FUNZIONALE DI ZONA B

SOGGETTO ATTUATORE



**SHOPVILLE GRAN RENO S.r.l.**  
Via Fabio Filzi n.25  
20124 - Milano

SPAZIO PER PROTOCOLLO U.T.

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA, STRUTTURALE



Ing. Stefano Neri

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

**SY.TEC S.r.l.**

Dott. Ing. Luciano Grulla

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI

**Studio Nocera S.r.l.**

Ing. Filippo Borrini

CONSULENTI OPERE A VERDE:

**Studio Silva S.r.l.**

Consulenza a progettazione ambientale

Dott. Marco Sassatelli

### PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO

**CAPITOLATO TECNICO**

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLATO	APPROVATO
00	04.2019	emissione	LG	S.R.	S.N.

SCALA

-

TAVOLA

**CT**

# **CAPITOLATO TECNICO**

## **OPERE EDILI**

**REV. 01 APRILE 2019**

## SOMMARIO

<b>A - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>B – PRESCRIZIONI GENERALI .....</b>	<b>4</b>
<b>C – LIMITI DI FORNITURA .....</b>	<b>6</b>
<b>D – CAMPIONATURE E PROVE SUI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
<b>E – MATERIALI DI SCORTA .....</b>	<b>7</b>
<b>F - ALTERNATIVE COSTRUTTIVE .....</b>	<b>7</b>
<b>G – DISEGNI COSTRUTTIVI .....</b>	<b>7</b>
<b>H – ELABORATI GRAFICI-COPIE-CD .....</b>	<b>8</b>
<b>I – PROGRAMMA LAVORI .....</b>	<b>8</b>
<b>J – PIANO DI QUALITA' .....</b>	<b>9</b>
<b>K – DIFESA AMBIENTALE.....</b>	<b>9</b>
<b>L – CERTIFICAZIONI.....</b>	<b>10</b>
<b>N - NORME .....</b>	<b>10</b>
<b>DEMOLIZIONI - RIMOZIONI - DISFACIMENTI - PERFORI - TRACCE .....</b>	<b>16</b>
DEMOLIZIONI DI OPERE IN C.A. ....	17
DEMOLIZIONE DI MASSETTI E SOTTOFONDI.....	18
DEMOLIZIONI DI OPERE DA FABBRO.....	18
<b>SCAVI - MOVIMENTI TERRE .....</b>	<b>18</b>
SCAVI.....	18
GEOTESSILI.....	23
RILEVATI .....	25
STRATI DI FONDAZIONE DI SOVRASTRUTTURE STRADALI .....	50
SMALTIMENTO RIFIUTI.....	59
<b>12   OPERE IN CEMENTO ARMATO - INIEZIONI - ANCORAGGI - RIPRISTINI .....</b>	<b>61</b>
CALCESTRUZZI .....	62
ACCIAI PER C.A. ....	73
CASSERATURE .....	77
MICROPALI.....	80
INTERVENTI SU STRUTTURE ESISTENTI .....	86
INTERVENTI SUPERFICIALI .....	87
GIUNTI – APPOGGI .....	88
VARIE.....	89
STRUTTURE PREFABBRICATE .....	89
<b>13   OPERE DA FABBRO .....</b>	<b>90</b>
RECINZIONI – CANCELLI .....	99
GUARD-RAIL .....	100
CARPENTERIA.....	101
GRIGLIATI.....	101
ZINCATURA.....	102

---

<b>16</b>	<b>SOTTOFONDI - MASSETTI - CAPPE .....</b>	<b>104</b>
	MASSETTI .....	106
<b>18</b>	<b>OPERE DA VERNICIATORE .....</b>	<b>107</b>
<b>24</b>	<b>OPERE STRADALI .....</b>	<b>109</b>
	CONGLOMERATI BITUMINOSI .....	109
	PAVIMENTAZIONI PER ESTERNI .....	128
	PAVIMENTI IN PORFIDO .....	130
	ALTRE PAVIMENTAZIONI IN PIETRA NATURALE .....	131
	CORDOLI .....	132
	ACCESSORI PAVIMENTAZIONI ESTERNE .....	133
	<b>OPERE DI VERDE .....</b>	<b>134</b>
	<b>TUBAZIONI - CANALIZZAZIONI - POZZETTI - FOSSE .....</b>	<b>134</b>
	FOGNATURE .....	134
	CANALETTE .....	141
	POZZETTI .....	142
	CADITOIE – BOTOLE - PILETTE .....	142
	SISTEMI .....	144
	DRENAGGI .....	148
	<b>CAVIDOTTI .....</b>	<b>149</b>
	<b>SEGNALETICA .....</b>	<b>150</b>
	<b>ASSISTENZE MURARIE IMPIANTI - PONTEGGI .....</b>	<b>152</b>
	PONTEGGI .....	152
<b>36</b>	<b>IMPIANTO PUBBLICA ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>160</b>

## **A - DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

Le Opere di Urbanizzazione da realizzare sono dettagliatamente descritte negli elaborati di progetto e nei documenti denominati: RELAZIONE\_TECNICA\_DESCRITTIVA e riguardano l'esecuzione dell'ampliamento dell'area di parcheggio esistente in via Monroe facente parte dei lavori previsti dall'Accordo di Programma per il Polo Funzionale della Zona B a Casalecchio di Reno. I lavori prevedono l'estensione dell'area di parcheggio in sede propria, realizzata nell'area adiacente il parcheggio attuale, scavalcando il torrente Ca di Santa e ricavano l'area di parcheggio nella fascia di rispetto autostradale (per la quale è già stato ottenuto apposito nulla osta). E' inoltre previsto il ridisegno della sede stradale di via Monroe che sarà trasformata in via a senso unico in direzione ovest-est, recuperando la sede stradale attuale per realizzare nuovi stalli di parcheggio disposti a "spina di pesce". Si sottolinea la presenza nell'area di sottoservizi esistenti di particolare rilievo ed importanza (Snam, Pol Nato, Hera, ecc) che seppure individuati negli elaborati progettuali dovranno venire accuratamente censiti e tracciati dall'appaltatore prima dell'inizio dei lavori.

## **B – PRESCRIZIONI GENERALI**

Per quanto riguarda le prescrizioni tecniche per i materiali e per l'esecuzione delle opere, salvo indicazioni più particolareggiate, l'Appaltatore deve fare riferimento, oltre che alle leggi vigenti, anche alle norme e alle regole tecniche cogenti o di indirizzo: CEI, UNI EN, UNI ISO, UNI, ecc.; in caso di assenza di regolamentazione e di normativa italiana si farà riferimento alle norme in uso nell'ambito della U.E. .

Le opere, le forniture, i servizi si intendono dati in opera funzionanti e completi di ogni accessorio e dettaglio, anche se non disegnato o descritto, purché d'uso e compreso nei limiti di fornitura dell'Appalto.

Le opere dovranno essere eseguite secondo le indicazioni di progetto, le prescrizioni delle presenti Specifiche Tecniche Opere Edili e quanto sarà eventualmente indicato o prescritto dalla DL in fase di esecuzione dei lavori e di approvazione di elaborati/campionature.

Ogni opera dovrà essere eseguita applicando la migliore tecnica, l'idonea mano d'opera specializzata e materiali di prima qualità in modo che i manufatti, le somministrazioni e le prestazioni risultino complete e finite a regola d'arte in conformità ai disegni, alla descrizione tecnica ed alle prescrizioni contenute nei documenti contrattuali allegati.

Si ritiene che l'insieme di elaborati, specifiche tecniche e descrizioni di prezzo, seppur sintetiche, siano sufficientemente chiare per far comprendere all'Appaltatore la lavorazione richiesta e l'ambito d'intervento.

Qualora lo ritenesse necessario, l'Appaltatore, in sede di offerta, dovrà esplicitamente segnalare al Committente eventuali voci mancanti, incongruenze descrittive, incompatibilità costruttive e quanto altro reputi indispensabile per una esecuzione a regola d'arte del lavoro, coerentemente alle scelte del progetto esecutivo ed alle finalità dell'intervento.

Nelle voci descrittive delle opere previste e quindi nel prezzo di appalto di aggiudicazione si devono intendere comprese e compensate anche le seguenti obbligazioni a carico dell'Appaltatore:

- Progettazione, formazione e mantenimento del proprio impianto di cantiere per tutto il tempo comunque occorrente. L'impianto dovrà essere attrezzato in relazione all'entità delle opere ed ai tempi previsti per la loro realizzazione e dovrà ottenere la preventiva approvazione della Direzione Lavori. E' incluso lo smantellamento, lo smontaggio e l'allontanamento alla fine dei lavori del cantiere e di tutte le attrezzature, delle opere preliminari e/o provvisorie. Quanto sopra dovrà strettamente rispettare il progetto generale predisposto dal Coordinatore per la progettazione dei lavori; ogni modifica dovrà essere approvata dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori;

- Rilievi, indagini, saggi, verifiche, tracciamenti, misurazioni occorrenti per l'impostazione e l'esecuzione dei lavori, compresi gli strumenti ed il personale, i consulenti e le società specifiche. In particolare prima dell'inizio delle opere di demolizione l'Appaltatore dovrà riportare la quota di riferimento dell'intervento (quota 0.00) su due caposaldi, in posizione sicura, che dovranno essere mantenuti intatti per tutto il cantiere e rimossi solo ad opere pressoché ultimate. L'Appaltatore, al più presto e comunque prima di qualsiasi intervento di costruzione, dovrà verificare l'esattezza delle quote riportate nel rilievo dello stato di fatto. In caso di differenze riscontrate sulle quote l'Appaltatore dovrà predisporre un elaborato grafico riepilogativo che permetta il controllo e la ridefinizione delle quote di progetto.
- **Esecuzione dei lavori in più fasi di lavoro secondo la successione individuata negli elaborati progettuali e nel PSC o nelle eventuali modifiche o varianti che dovessero venire richieste dagli Enti Competenti, l'Appaltatore deve quindi essere consapevole e tenere conto nella formulazione dell'offerta che per alcune l'impresa si troverà ad operare in spazi delimitati da fasce di rispetto, recinzioni e dalle barriere di protezione dal traffico adiacente e che il movimento dei mezzi d'opera e delle maestranze potrebbe per queste ragioni venire in parte limitato.**
- **Richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dal Committente (Snam, Pol Nato, Hera, Autostrade, Demanio Idrico, Consorzi, soggetti privati, Città Metropolitana, enti o società gestori di reti di servizi quali acquedotto, distribuzione del gas, distribuzione dell'elettricità, reti di telecomunicazione e altri eventuali) interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i rilievi e i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere e verificarne la compatibilità con le opere in appalto, è quindi compreso negli oneri dell'Appaltatore l'individuazione ed il rilievo con precisione dei sottoservizi ed in generale di ogni opera o manufatto esistente nel sottosuolo interferente con le opere in appalto e l'adozione dei provvedimenti necessari alla loro protezione e/o modifica e/o rimozione secondo le previsioni e prescrizioni di legge e degli enti gestori dei servizi.**
- **Raccolta preliminare di campioni ed esecuzione di prove di caratterizzazione del terreno di scavo per accertarne l'idoneità al riutilizzo ai fini di riempimenti e rilevati.**
- Redazione e consegna al Committente, previa approvazione della DL, entro la data di ultimazione lavori, dei disegni esecutivi costruttivi e di officina aggiornati al come costruito, della documentazione tecnica relativa ai materiali ed alle apparecchiature installate, le certificazioni di prova e conformità per tutti i materiali e manufatti ove sia previsto uno specifico comportamento al fuoco, dei manuali di uso e manutenzione delle opere, nel numero di copie e nei formati necessari al Committente;
- Allacciamenti e impianti provvisori e loro manutenzione per i servizi idrici, fognari e di scolo durante tutto il corso dell'appalto;
- Allacciamento provvisorio, realizzazione e manutenzione dell'impianto elettrico di cantiere (luce e f.m.) per consentire il pieno utilizzo di tutte le aree interessate dai lavori durante gli orari lavorativi (diurni e notturni);
- Raccolta, eventuale pompaggio e smaltimento delle acque meteoriche, o di qualsiasi altra provenienza (falda, lavori), dalle opere realizzate in qualsiasi fase di avanzamento lavori per garantire l'operatività, la buona riuscita dei lavori e la salvaguardia delle opere realizzate;
- Formazione e manutenzione di tutte le rampe e strade necessarie per l'accesso al cantiere ed il movimento all'interno dello stesso di tutti i mezzi di scavo, demolizione, costruzione e trasporto;
- Le strade esterne, i marciapiedi e tutte le parti circostanti l'area d'intervento dovranno essere mantenute con cura e pulite durante tutto l'arco dei lavori ed eventuali danni dovranno essere ripristinati prontamente. Particolare attenzione dovrà essere posta alla pulizia dei percorsi pedonali e ciclabili;
- Sorveglianza continuata sia diurna che notturna del cantiere con il necessario personale e custodia di tutti i materiali; cancelli e chiusura del cantiere con idonee recinzioni o protezioni, realizzazione o sistemazione e mantenimento delle strade provvisorie interne per il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone, approntamento degli accessi carrai e spese per l'occupazione del suolo pubblico o di terzi; controllo dell'accesso in cantiere delle maestranze per eliminare il rischio di ingresso di personale non autorizzato. Sono comprese anche le spese per l'istruzione delle pratiche;

- Le prestazioni si intendono sempre comprese di trasporto, scarico, accatastamento; opportuna protezione di materiali ed opere; sollevamento ai piani, trasporto a piè d'opera e mezzi d'opera; sono comprese malte e leganti, colle e rasanti; sistemi di fissaggio, di ritenuta e di sostegno; inghisaggi e sigillature; sovrapposizioni, sfridi e ripristini; ponteggi di servizio; acqua ed energia; sgombero di sfridi e detriti con allontanamento e smaltimento in discariche idonee alla tipologia di rifiuti; accorgimenti per la limitazione della produzione di polveri e rumori; pulizie giornaliere e finali; ed ogni altro onere e magistero per mantenere il cantiere in uno stato ordinato e decoroso. Sono sempre comprese le assistenze murarie, sia in termini di manodopera che di materiali, mezzi ed attrezzature e di ogni altra prestazione sussidiaria per la fornitura e posa di ogni tipo di opera specialistica e di impianto previsto nei documenti di contratto. Le prestazioni si intendono sempre comprese di costi indiretti di cantiere, spese generali ed utili d'impresa;
- Installare a propria cura e spese la segnaletica provvisoria di sicurezza orizzontale e verticale (cartelli e segnaletica luminosa) e quella informativa e stradale per gestire le modifiche dei flussi di traffico in accordo con le disposizioni degli Enti competenti (Città Metropolitana, ecc.) , del PSC e della Polizia Municipale anche se non puntualmente individuata negli elaborati di progetto od a parziale modifica degli stessi
- Installare a propria cura e spese le barriere (new jersey, ecc.) provvisorie di sicurezza necessarie in accordo con le disposizioni degli Enti competenti, del PSC e della Polizia Municipale
- Prima della fine dei lavori l'Appaltatore dovrà provvedere alla pulizia con autospurgo di tutta la rete fognaria realizzata o comunque interessata dai lavori presentando un video su DVD che attesti il buon esito della stessa;

## C – LIMITI DI FORNITURA

L'appalto ha per oggetto tutte le opere necessarie alla realizzazione degli interventi sopradescritti, in ogni loro parte, come meglio indicato negli elaborati esecutivi di progetto, nelle voci delle presenti Specifiche Tecniche Opere Edili e negli elaborati di progetto esecutivo che, unitamente alle specifiche ed ai progetti esecutivi degli impianti meccanici, elettrici e speciali, descrivono le opere da realizzare.

Il perimetro dell'intervento è individuato negli elaborati di progetto.

Ad integrazione di quanto sopra descritto, sono da intendersi comprese nei limiti di fornitura tutte quelle opere necessarie per il completamento generale dell'oggetto dell'appalto che, per la loro natura, per esigenze costruttive, ecc. debbano sconfinare anche temporaneamente da detti limiti di fornitura e, qualora tali opere abbiano comportato interferenze ad opere esistenti (strade, marciapiedi, cavidotti, impianti, ecc.) il relativo ripristino.

**In particolare si segnala come nel progetto si preveda l'esigenza di non portare a discarica il terreno scavato per la realizzazione dell'estensione e delle altre opere, l'impresa dovrà pertanto curare a proprie spese la caratterizzazione del terreno di scavo che potrà venire riutilizzato per i riempimenti in "situ", mentre l'eccedenza dovrà venire depositata in un'area appositamente individuata dalla Direzione Lavori, entro una distanza massima di 2 km per un futuro riutilizzo per altre opere previste dall'Accordo di Programma.**

## **D – CAMPIONATURE E PROVE SUI MATERIALI**

Tutti i materiali dovranno essere preventivamente campionati e sottoposti ad approvazione scritta della DL.

Detti campioni vanno presentati alla DL almeno 30 giorni prima della loro posa in opera e, comunque sempre prima del loro effettivo acquisto.

In particolare dovranno essere campionati: cordoli, materiali aridi per riempimento e rilevato, barriere di sicurezza, apparecchi illuminanti, caditoie, botole, ecc ed ogni altro elemento a richiesta della DL o del Committente.

**La DL si riserva, comunque, di richiedere particolari campionature di elementi ritenuti, a suo insindacabile giudizio, necessari a valutare le rispondenze dell'esecuzione al progetto esecutivo ed a rifiutare motivatamente una o più forniture nel caso vengano ritenute non rispondenti agli standard di qualità richiesti dall'opera.**

L'Appaltatore dovrà provvedere anche a sottoporre a particolari prove tecniche, da eseguirsi sia in loco che in laboratori specializzati e autorizzati, tutti quei materiali che la DL giudicherà necessario testare.

Tutte le spese inerenti la realizzazione/preparazione/prelievo, l'imballaggio e la spedizione dei campioni, nonché gli importi da corrispondere ai laboratori sperimentali, sono a totale carico dell'Appaltatore.

## **E – MATERIALI DI SCORTA**

Omissis

## **F - ALTERNATIVE COSTRUTTIVE**

L'Appaltatore, in sede di offerta, in aggiunta all'offerta base, potrà proporre alternative costruttive, purché esse siano equivalenti alle soluzioni previste in progetto sia sotto il profilo prestazionale che normativo e purché siano ampiamente giustificate e documentate sia sotto il profilo tecnico che sotto il profilo economico.

Prima dell'aggiudicazione dell'Appalto, dovrà essere sottoposta ad approvazione del Committente tutta la documentazione grafica, le descrizioni tecniche, le certificazioni, e quanto altro richiesto dal Committente, per la valutazione dell'alternativa proposta.

## **G – DISEGNI COSTRUTTIVI**

Per tutte le opere che comportano una ulteriore e specifica definizione progettuale, l'Appaltatore dovrà fornire tutti i disegni costruttivi da sottoporre all'approvazione del Committente della DL .

La produzione dei disegni costruttivi non esclude, ma integra, una eventuale campionatura di singoli materiali.

A fine lavori, l'Appaltatore dovrà fornire i disegni costruttivi che corrispondono al "come costruito" di tutte le opere eseguite.



A titolo indicativo e non esaustivo dovranno essere prodotti i seguenti disegni costruttivi:

- Opere strutturali in fondazione ed in elevazione;
- Opere strutturali metalliche;
- Barriere stradali di sicurezza;
- Impianto di illuminazione, compresi i plinti di fondazione dei pali e delle torri faro;
- Impianto di segnaletica orizzontale e verticale;
- Fognature: tracciamenti, particolari raccolta, manufatti in opera, ecc.;
- Planimetria dell'esatta ubicazione delle apparecchiature interrato e non più visibili;
- Eventuali elaborati progettuali per opere in variante.

## **H – ELABORATI GRAFICI-COPIE-CD**

L'Appaltatore dovrà tenere in cantiere almeno in duplice copia (una per sé e una per la DL):

- il progetto di gara completo in ogni sua parte;
- gli eventuali aggiornamenti del progetto di gara/esecutivo sia precedenti al contratto che in corso d'opera;
- i progetti costruttivi predisposti dall'Appaltatore stesso e dai suoi subappaltatori/fornitori, sia in forma definitiva che preliminare;
- gli elaborati "come costruito" redatti in corso d'opera per opere ultimate.

L'Appaltatore dovrà consegnare alla DL e/o al Committente le eventuali copie degli elaborati inerenti al progetto che dovessero da questi essere richieste;

L'Appaltatore dovrà consegnare alla DL con frequenza da stabilire, ma comunque non inferiore al mese, uno o più CD contenenti l'aggiornamento della progettazione costruttiva e l'eventuale progettazione esecutiva di variante.

Il formato dovrà essere conforme a quello utilizzato per la predisposizione degli analoghi elaborati del progetto di gara.

## **I – PROGRAMMA LAVORI**

Tutti i lavori dovranno essere programmati e controllati periodicamente nel rispetto del Programma dei Lavori contrattuale.

Il programma dovrà indicare espressamente l'inizio, l'avanzamento mensile ed il termine delle principali categorie di opere previste; dovrà essere redatto nel rispetto delle date previste contrattualmente e dovrà tenere conto delle istruzioni del Committente circa la priorità da dare all'esecuzione di alcune opere o gruppi di opere.

Il programma dovrà inoltre prevedere le tempistiche di approvvigionamento di tutti i principali materiali di finitura, per permettere al Committente di avere l'esatta conoscenza delle tempistiche entro le quali può effettuare una diversa scelta di finiture senza rallentare l'avanzamento dei lavori.

Il programma, debitamente aggiornato, dovrà essere presentato mensilmente alla DL.

I lavori saranno realizzati secondo fasi distinte la cui esatta descrizione e rappresentazione è riportata negli

elaborati di progetto esecutivo.

Nel corso dei lavori, la DL potrà chiedere all'Appaltatore di dettagliare maggiormente alcune fasi di lavoro particolarmente critiche e dare informazioni sullo stato di avanzamento dei principali ordini ed acquisti, nonché il dimensionamento delle risorse che l'Appaltatore intende impiegare per la realizzazione di specifiche opere.

Il programma dovrà essere elaborato utilizzando il software MICROSOFT PROJECT per WINDOWS.

Il tempo previsto per l'esecuzione di tutti i lavori, comprese prove e messa in servizio di tutti gli impianti, è di cento (100) giorni naturali e consecutivi a far data dal giorno di consegna dei lavori.

## **J – PIANO DI QUALITA'**

Tutte le lavorazioni e le forniture oggetto dell'Appalto dovranno avvenire nel rispetto di procedure che consentano di verificare tutti i passaggi qualificanti al fine di conseguire i livelli prestazionali richiesti dai documenti contrattuali emessi dalla Committente.

L'Appaltatore dovrà predisporre il piano di controllo della qualità che indichi tutte le fasi delle lavorazioni soggette a controlli, le modalità dei controlli stessi e i relativi tempi per le verifiche la parte della Direzione Lavori.

Tale piano deve essere consegnato entro 30 gg dalla data del contratto e dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

## **K – DIFESA AMBIENTALE**

L'Appaltatore si impegna, nel corso dello svolgimento dei lavori, a salvaguardare l'integrità dell'ambiente, rispettando le norme attualmente vigenti in materia e adottando tutte le precauzioni possibili per evitare danni di ogni genere.

In particolare, nell'esecuzione delle opere, deve provvedere a:

- evitare l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali;
- effettuare lo scarico dei materiali solo nelle discariche autorizzate;
- segnalare tempestivamente al Committente e alla DL il ritrovamento, nel corso di lavori di scavo, di opere sotterranee che possano provocare rischi di inquinamento o materiali contaminati;
- adottare misure per il contenimento delle polveri derivanti dalle lavorazioni richieste dall'Appalto, in misura tale da rispettare la vigente normativa e comunque da non arrecare disturbo alle proprietà confinanti ed a terzi;
- evitare l'evaporazione di sostanze tossiche quali formaldeide, solventi sintetici, ecc;
- evitare l'impiego di alcuni gessi tecnici o materiali da costruzione ottenuti da scorie, come ad esempio il cemento d'altoforno;
- privilegiare l'uso di materiali reperibili in loco, possibilmente naturali e non nocivi, che non siano stati resi inquinanti da trasformazioni strutturali stravolgenti la loro composizione chimica, e che siano possibilmente riciclabili

## **L – CERTIFICAZIONI**

### **CERTIFICAZIONI**

Sarà cura ed onere dell'Appaltatore ottenere e produrre tutta la certificazione richiesta dalle norme e dalle leggi vigenti per tutti i materiali, manufatti, sistemi, opere, impianti, organismi edilizi oggetto dell'appalto.

### **N - NORME**

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui alla Dir. 89/106/CEE ed al DPR 246/93 e successivi aggiornamenti, contenuto nella presente Descrizione Tecnica deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo espressamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO contenute nella presente norma deve ugualmente intendersi riferito all'ultima versione aggiornata.

#### **Principale normativa tematica a carattere generale**

##### **Marcatura CE**

- Direttiva 89/106/CEE (Construction Products Directive-CPD)
- D.P.R. n. 246/1993 attuazione della direttiva 89/106
- Regolamento Europeo Prodotti da Costruzione (Construction Products Regulation) n. 305/2011.

Il Regolamento riguarda *"qualsiasi prodotto o kit che venga fabbricato e lanciato sul mercato per essere integrato, in maniera permanente, nei lavori edilizi o in parti degli stessi, e le cui prestazioni hanno un effetto sulle prestazioni dei lavori edilizi per quanto riguarda i requisiti di base per i lavori edilizi"*. (edifici ed opere di ingegneria civile). Il concetto chiave del nuovo Regolamento 305/11, rispetto alla Direttiva CPD 89/106/CEE, è la Dichiarazione di Prestazione (DoP) che va a sostituire la precedente Dichiarazione di Conformità dei prodotti da costruzione. La dichiarazione di prestazione:

- è obbligatoria per tutti i prodotti coperti da una norma armonizzata;
- deve contenere informazioni sull'impiego previsto;
- deve contenere le caratteristiche essenziali pertinenti l'impiego previsto;
- deve includere le performance di almeno una delle caratteristiche essenziali;
- il fabbricante si assume la responsabilità delle prestazioni dichiarate.

Il nuovo Regolamento modifica le condizioni di accesso al mercato e, dal luglio 2013, i prodotti da costruzione, coperti da una norma armonizzata (e quindi soggetti all'obbligo di Marcatura CE) o sottoposti ad una Valutazione Tecnica Europea (ETA), potranno essere immessi sul mercato solo se:

- il fabbricante ha redatto la Dichiarazione di Prestazione (DoP) per il prodotto;
- i prodotti per i quali è stata redatta la DoP sono marcati CE; la costanza della prestazione del prodotto è stata verificata ed attestata.

Nel Regolamento per "specifiche tecniche" si intendono le norme e i benestare tecnici. Per "norme armonizzate" si intendono le specificazioni tecniche adottate dal CEN o CENELEC o da entrambi su mandato della Commissione, conferito conformemente alla direttiva 83/189/CEE, sulla base di un parere formulato dal comitato permanente della costruzione, e secondo gli orientamenti generali riguardanti la cooperazione tra la Commissione e i due organi suddetti.

La Marcatura CE è un logo che attesta la conformità di un prodotto ai RES (Requisiti Essenziali Sicurezza) previsti da una o più direttive comunitarie, tali requisiti sono vincolanti per tutti i prodotti immessi sul mercato all'interno della UE. CE è l'acronimo di "Conformity Expectancy" (presunzione di conformità) e rappresenta esclusivamente la dichiarazione che sono stati rispettati i requisiti di sicurezza essenziali previsti dalla /e direttiva/e comunitaria /e applicabile/i. L'Armonizzazione è limitata al rispetto dei requisiti essenziali che

fissano gli elementi necessari alla protezione dell'interesse pubblico (utenti diretti ed indiretti delle costruzioni),

I requisiti essenziali sono:

1. Resistenza meccanica e stabilità

- a) il crollo, totale o parziale, della costruzione;
- b) gravi ed inammissibili deformazioni;
- c) danni ad altre parti delle opere di costruzione, o a impianti principali o accessori, in seguito a una grave deformazione degli elementi portanti;
- d) danni accidentali sproporzionati alla causa che li ha provocati.

2. Sicurezza in caso di incendio

- a) la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato;
- b) la generazione e la propagazione del fuoco e del fumo al loro interno siano limitate;
- c) la propagazione del fuoco a opere di costruzione vicine sia limitata;
- d) gli occupanti possano abbandonare le opere di costruzione o essere soccorsi in altro modo;
- e) si tenga conto della sicurezza delle squadre di soccorso.

3. Igiene, salute e ambiente

- a) sviluppo di gas tossici;
- b) emissione di sostanze pericolose, composti organici volatili (VOC), gas a effetto serra o particolato pericoloso nell'aria interna o esterna;
- c) emissioni di radiazioni pericolose;
- d) dispersione di sostanze pericolose nelle falde acquifere, nelle acque marine, nelle acque di superficie o nel suolo;
- e) dispersione di sostanze pericolose o di sostanze aventi un impatto negativo sull'acqua potabile;
- f) scarico scorretto di acque reflue, emissione di gas di combustione o scorretta eliminazione di rifiuti solidi o liquidi;
- g) umidità in parti o sulle superfici delle opere di costruzione.

4. Sicurezza e accessibilità nell'uso

5. Protezione contro il rumore

6. Risparmio energetico e ritenzione del calore

7. Uso sostenibile delle risorse naturali

- a) il riutilizzo o la riciclabilità delle opere di costruzione, dei loro materiali e delle loro parti dopo la demolizione;
- b) la durabilità delle opere di costruzione;
- c) l'uso, nelle opere di costruzione, di materie prime e secondarie ecologicamente compatibili.

Ove non esistano norme armonizzate il produttore deve far riferimento ai “documenti di valutazione europei” (ex) Etag per ottenere da parte di un TAB (organismi di valutazione tecnica) la “valutazione tecnica europea” (ex benessere tecnico europeo)

Il Regolamento contempla diversi Sistemi di “Valutazione e verifica della costanza della prestazione”, in considerazione degli usi previsti per il prodotto e delle differenti prestazioni richieste.

Nel Sistema 4 il Produttore, per ogni sito produttivo, è responsabile dell'esecuzione delle Prove Iniziali di Tipo sul prodotto (ITT), in conformità alla Norma di riferimento e dello sviluppo e dell'implementazione del Controllo del Processo di Fabbrica (FPC). Questi due elementi, senza l'intervento di un Organismo esterno, sono la base per la Dichiarazione di Conformità fatta dal Produttore stesso che, a sua volta, costituisce l'unico elemento per il rilascio della Marcatura CE sul prodotto.

Nel Sistema 3 il Produttore, per ogni sito produttivo, è responsabile dello sviluppo e dell'implementazione del Controllo del Processo di Fabbrica (FPC), in conformità alla Norma di riferimento. Le Prove Iniziali di Tipo sul prodotto (ITT) vengono affidate dal Produttore a un Organismo Notificato. Il rilascio della Marcatura CE sul prodotto in oggetto avviene sulla base di una Dichiarazione di Conformità fatta dal Produttore stesso.

Nel Sistema 2+ il Produttore, per ogni sito produttivo, è responsabile dell'esecuzione delle Prove Iniziali di Tipo sul prodotto (ITT), in conformità alla Norma di riferimento, dello sviluppo e dell'implementazione del

Controllo del Processo di Fabbrica (FPC) e dell'esecuzione di prove su campioni di prodotto (secondo un programma stabilito e definito). L'Organismo Notificato deve condurre, oltre a un'Ispezione iniziale, secondo modalità e regolamenti stabiliti, volta a valutare il Controllo del Processo di Fabbrica (FPC) implementato dal Produttore nella fabbrica oggetto di verifica, anche una sorveglianza continua. La Marcatura CE viene rilasciata sulla base della Dichiarazione di Conformità del Produttore e sulla valutazione positiva, e successiva Certificazione, del Controllo del Processo di Fabbrica (FPC) e della relativa sorveglianza nel tempo.

Nel Sistema 1 il Produttore, per ogni sito produttivo, è responsabile dello sviluppo e dell'implementazione del Controllo del Processo di Fabbrica (FPC) e dell'esecuzione delle relative prove di autocontrollo su campioni di prodotto (secondo un programma stabilito e definito).

L'Organismo Notificato, a sua volta, è responsabile delle Prove Iniziali di Tipo sul Prodotto (ITT), dell'Ispezione iniziale, volta a valutare la fabbrica in oggetto e il relativo Controllo del Processo di Fabbrica (FPC), della Sorveglianza continua per la valutazione e l'approvazione del Controllo del Processo di Fabbrica (FPC). Nel Sistema 1 la Marcatura CE viene rilasciata sulla base della consueta Dichiarazione di Conformità del Produttore e del Certificato di Conformità del Prodotto rilasciato dall'Organismo Notificato.

Nel Sistema 1+ il Produttore, per ogni sito produttivo, è responsabile dello sviluppo e dell'implementazione del Controllo del Processo di Fabbrica (FPC) e dell'esecuzione di prove su campioni di prodotto (secondo un programma stabilito e definito). L'Organismo Notificato, a sua volta, è responsabile delle Prove Iniziali di Tipo sul Prodotto (ITT), dell'Ispezione iniziale, volta a valutare la fabbrica in oggetto e il relativo Controllo del Processo di Fabbrica (FPC), della Sorveglianza continua, per la valutazione e l'approvazione del Controllo del Processo di Fabbrica (FPC), e delle prove di verifica di campioni prelevati in fabbrica, sul mercato o in cantiere.

Nel Sistema 1+ la Marcatura CE viene rilasciata sulla base della usuale Dichiarazione di conformità del Produttore e del Certificato di Conformità del Prodotto rilasciato dall'Organismo Notificato.

Nei punti precedenti sono menzionati i Certificati di "Organismi Notificati": questi organismi sono Abilitati dagli Stati Membri, e poi notificati alla Unione Europea, a svolgere le attività di certificazione, ispezione del FPC e/o di prova ai sensi della Dir 99/10B.

In Italia tali organismi sono abilitati dal Ministero Infrastrutture (STC del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici), dal Ministero dell'Interno (Dipartimento dei Vigili del Fuoco) e dal Ministero dello Sviluppo Economico, ciascuno riguardante gli aspetti relativi al Requisito Essenziale di competenza (rispettivamente i Requisiti 1, 2 e tutti gli altri), in conformità con il D.M. del Ministero delle Attività Produttive n° 156 del 2003.

	1+	1	2+	3	4
<b>Produttore</b>					
FPC	x	x	x	x	x
Altre prove	x	x	x		
ITT			x		x
<b>ON</b>					
ITT	x	x			
Ispezione iniziale fabbrica e FPC	x	x	x		
Sorveglianza FPC	x	x	x		
Controllo prodotti sul mercato	x				
<b>Laboratorio notificato</b>					
ITT				x	

La Direttiva macchine richiede l'analisi del rischio e la simulazione di guasti per tutti i prodotti da essa disciplinati, così come previsto dallo standard europeo EN ISO 12100

**Norme Tecniche per le Costruzioni.**

- D.M. 17 gennaio 2018 nuove "Norme tecniche per le costruzioni"

**Resistenza al fuoco**

- D.M. 9 Marzo 2007 Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco.
- D.M. 16 Febbraio 2007 Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
- Lettera Circolare Ministero Dell'Interno Prot. N. P902/4122 Sott. 55 del 20 Luglio 2007 - D.M. 9 marzo 2007 "criteri di progettazione degli elementi strutturali resistenti al fuoco". Chiarimenti al punto 5 dell'allegato.
- Lettera Circolare Ministero Dell'Interno Prot. N. P414/4122 Sott. 55 del 28 Marzo 2008 - DM 9 marzo 2007
- Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del CNVVF. Chiarimenti ed indirizzi applicativi.
- Lettera Circolare Ministero dell'Interno n° 1968 del 15 Febbraio 2008 - Pareti di muratura portanti resistenti al fuoco
- Lettera Circolare Ministero dell'Interno Prot. n.11653 del 24 Ottobre 2008 - Validità dei rapporti di classificazione alla resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi, emessi da laboratori di altri Stati della UE o da Stati contraenti l'accordo SEE e la Turchia
- Nota DCPST 14089 del 15-12-2008 - Nota esplicativa alla Lettera Circolare Ministero dell'Interno Prot. n.11653 del 24 Ottobre 2008
- Lettera Circolare Ministero dell'Interno Prot. n. 5642 del 31 Marzo 2010 - Certificazione della resistenza al fuoco di elementi costruttivi – Murature
- Lettera Circolare prot.n.DCPS/A5/ e prot.n.0005643 del 31/03/2010 - GUIDA TECNICA su: "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili"
- Lettera Circolare Ministero dell'Interno DCPREV Prot. n. 4845 del 4 Aprile 2011 - Certificazione della resistenza al fuoco di elementi costruttivi
- Lettera Circolare Ministero dell'Interno Prot. n. 9663 del 23 Luglio 2012 - Validità dei rapporti di prova di resistenza al fuoco emessi in base alla circolare n. 91 del 1961. Chiarimenti applicativi
- Lettera Circolare Ministero dell'Interno Prot. n. DCPREV 4638 del 5 Aprile 2013 - Pubblicazione in Gazzetta Ufficiale degli Annessi Nazionali degli Eurocodici
- Lettera Circolare Ministero dell'Interno Prot. n. 5043 del 15 Aprile 2013 - GUIDA TECNICA su: "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili" – Aggiornamento
- EN 357-1 Resistenza al fuoco - P1 classificazione di resistenza al fuoco di produzioni di vetri trasparenti o traslucidi
- UNI EN 13501-1:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco
- UNI EN 13501-2 : 2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e elementi da costruzione - Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione
- prEN 13501-4 Classificazione al fuoco tramite dati di prove di resistenza al fuoco su componenti di sistemi di controllo tagliafumo. Parte 4"
- UNI EN 1363-1 : 2012 Prove di resistenza al fuoco - Requisiti generali
- UNI EN 1363-2 : 2001 Prove di resistenza al fuoco - Procedure alternative e aggiuntive
- UNI EN 1364-1 : 2002 Prove di resistenza al fuoco per elementi non portanti - Muri
- UNI EN 1364-2 : 2002 Prove di resistenza al fuoco per elementi non portanti – Soffitti
- UNI EN 1364-3 Prove di resistenza al fuoco per elementi non portanti - Parte 3: Facciate continue - Configurazione in grandezza reale (assemblaggio completo)
- UNI EN 1364-4 : 2007 Prove di resistenza al fuoco per elementi non portanti - Parte 4: Facciate continue - Configurazione parziale
- UNI EN 1366-3:2009 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 3: Sigillanti per attraversamenti
- UNI EN 1366-4:2010 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 4: Sigillature dei giunti lineari
- UNI EN 1366-5:2010 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 5: Canalizzazioni

di servizio e cavedi

- UNI EN 1634-1:2009 Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro accessori costruttivi - Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili
- UNI EN 1634-3:2005 Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi - Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura
- UNI EN 1365-1 : 2012 Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti – Pareti
- UNI EN 1365-2 : 2002 Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti - Solai e coperture
- UNI EN 1365-3 : 2002 Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti – Travi
- UNI EN 1365-4 : 2002 Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti – Pilastri
- UNI 11473 - Porte e finestre apribili resistenti al fuoco e/o per il controllo della dispersione di fumo - Parte 3: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza dell'installatore e del manutentore
- UNI EN 13241-2 Chiusure industriali, commerciali, per garage e cancelli - Norma di Prodotto
- Parte 2: Prodotti con prestazioni di resistenza al fuoco o di controllo del fumo"
- UNI EN 14600 Chiusure resistenti al fuoco e/o fumo, Requisiti e Classi
- UNI EN 16034 Pedestrian doorsets, industrial, commercial, garage doors and openable windows – Product standard, performance characteristics – Fire resisting and/or smoke control characteristics

- UNI CEN/TS 13381-1:2006 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Parte 1: Membrane orizzontali di protezione
- UNI ENV 13381-2:2002 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Membrane protettive verticali
- UNI ENV 13381-3:2002 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Protezione applicata ad elementi di calcestruzzo
- UNI ENV 13381-4:2002 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Protezione applicata ad elementi di acciaio
- UNI ENV 13381-5:2002 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Protezione applicata ad elementi compositi di calcestruzzo/lastre profilate di acciaio
- UNI EN 13381-6:2012 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Parte 6: Protezione applicata a colonne cave di acciaio riempite con calcestruzzo
- UNI ENV 13381-7:2002 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Protezione applicata ad elementi di legno
- UNI EN 13381-8:2010 Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Parte 8: Protettivi reattivi applicati ad elementi di acciaio

### **Reazione al fuoco**

- D.M. 10 Marzo 2005 Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della "sicurezza in caso d'incendio"
- D.M. 15 Marzo 2005 Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.
- Lettera Circolare 18 aprile 2005 n.P525/4122 sott.56 Decreto del Ministero dell'Interno 15 marzo 2005 recante "Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europea" – Chiarimenti e primi indirizzi applicativi
- Lettera Circolare 21 aprile 2005 n.DCPST/A2/3163 Decreto del ministero dell'Interno 10 marzo 2005 "Classi di reazione al fuoco per prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio. - Chiarimenti e primi indirizzi applicativi.
- D.M. 25 Ottobre 2007 Modifiche al D.M. 10 marzo 2005, concernente «Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio».
- Lettera Circolare 4 Luglio 2006 n° DCPST/5714 Disposizioni comunitarie riguardanti la sicurezza in caso di incendio. Nota informativa sulla direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" Indicazioni applicative
- D.M. 16 Febbraio 2009 Modifiche ed interazioni al decreto 15 marzo 2005 recante i requisiti di reazione al

fuoco dei prodotti da costruzione.

- UNI EN ISO 1182 : 2010 Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Prova di non combustibilità
- UNI EN ISO 1716 : 2010 Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Determinazione del potere calorifico
- UNI EN 13823 :2010 Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Prodotti da costruzione esclusi i pavimenti esposti ad un attacco termico prodotto da un singolo oggetto in combustione
- UNI EN ISO 11925-2:2010 Prove di reazione al fuoco - Accendibilità dei prodotti sottoposti all'attacco diretto della fiamma - Parte 2: Prova con l'impiego di una singola fiamma
- EC 1-2011 UNI EN ISO 11925-2:2010 Errata corrige 1 del 10-03-2011 alla UNI EN ISO 11925-2:2010
- UNI EN 13501-1:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.

**Tabella 1- Impiego a Pavimento**

	<b>Classe italiana</b>	<b>Classe europea</b>
I	Classe 1	(A <sub>2FL</sub> - s1), (A <sub>2FL</sub> -s2), (B <sub>FL</sub> -s1), (B <sub>FL</sub> -s2)
II	Classe 2	(C <sub>FL</sub> -s1), (C <sub>FL</sub> -s2)
III	Classe 3	(D <sub>FL</sub> -s1), (D <sub>FL</sub> -s2)

**Tabella 2 - Impiego a Parete**

	<b>Classe italiana</b>	<b>Classe europea</b>
I	Classe 1	(A2-s1, d0), (A2-s2,d0),(A2-s3, d0), (A2-s1, d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2, d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1)
II	Classe 2	(A2-s1, d2), (A2-s2,d2),(A2-s3, d2), (B-s3,d0), (B-s3, d1), (B-s1,d2), (B-s2,d2), (B-s3, d2), (C-s1, d0), (C-s2, d0), (C-s1, d1), (C-s2,d1)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s3,d1), (C-s1, d2), (C-s2, d2), (C-s3, d2), (D-s1, d0), (D-s2, d0), (D-s1, d1), (D-s2,d1)

**Tabella 3 - Impiego a Soffitto**

	<b>Classe italiana</b>	<b>Classe europea</b>
I	Classe 1	(A2-s1, d0), (A2-s2,d0),(A2-s3, d0), (A2-s1, d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2, d0)
II	Classe 2	(B-s3,d0), (B-s1, d1), (B-s2,d1), (B-s3, d1), (C-s1, d0), (C-s2, d0)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s1, d1), (C-s2, d1), (C-s3, d1), (D-s1, d0), (D-s2, d0)

La classe di certificazione al fuoco è accompagnata dalle due classificazioni accessorie di seguito riportate: lettera s (smoke) accompagnata da un numero da 0 a 3, lettera d (dripping, gocce/particelle aderenti) accompagnata da un numero da 0 a 2.

#### **Superamento delle barriere architettoniche**

- Decreto Presidente Repubblica n. 503 del 24 luglio 1996 - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici
- Decreto Ministeriale n. 236 del 14 giugno 1989 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità,



l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche.

#### **Codice della Strada**

- Nuovo Codice della Strada - D.L. 30 Aprile 1992, n. 285 e ss.agg.
- Regolamento di attuazione del CdS DPR 16 Dicembre 1992 nr. 495 e ss.agg.
- DM 6792/2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

#### **Segnaletica**

- ISO 3864 Segni grafici - Colori e segnali

#### **Tolleranze**

- UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione
- UNI 10463 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Compatibilità della tolleranza naturale di processo dedotta statisticamente rispetto alla tolleranza di progetto

#### **Altra normativa per il progetto**

- Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 2 maggio 2012 - Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo 15 marzo 2011, n. 35
- Decreto legislativo 15 marzo 2011, n. 35 - Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture
- Direttiva europea Gestione della sicurezza delle infrastrutture n. 2008/96/CE del 19 novembre 2008
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade - D.M. Infr. e Trasp. 5 Novembre 2001, n. 6792
- Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade» - D.M. Infr. e Trasp. 22 Aprile 2004
- Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - Bozza al 21 Marzo 2006
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali - D.M. Infr. e Trasp. 19 Aprile 2006
- Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici - D.P.C.M. 3 Marzo 1999
- Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili - D.M. LL.PP. 30 Novembre 1999, n.5579
- DECRETO 28 giugno 2011 Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale (GU n. 233 del 6 ottobre 2011)
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 3065 del 25 agosto 2004 - Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 2367 del 21 giugno 2004 - Terminologia e criteri generali per i metodi di prova relative alle barriere di sicurezza stradali -Norma UNI EN 1317

### **DEMOLIZIONI - RIMOZIONI - DISFACIMENTI - PERFORI - TRACCE**

Sono da prevedere tutte le demolizioni indicate in progetto e comunque quelle di opere e manufatti incompatibili con le opere da realizzare o necessarie alla migliore riuscita del progetto.

Protezione dell'esistente: le strade esterne, i marciapiedi e tutte le parti circostanti l'area d'intervento dovranno essere mantenute con cura durante tutto l'arco dei lavori ed eventuali danni dovranno essere ripristinati prontamente. Particolare attenzione deve essere posta alla pulizia dei percorsi pedonali e ciclabili.

I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso e devono essere

condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità di eventuali manufatti preesistenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

Non sarà ammesso gettare dall'alto materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Sono inoltre vietate le demolizioni per rovesciamento.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto. Detti materiali restano tutti di proprietà della Stazione Appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

Le operazioni di demolizione si intendono da eseguirsi a qualsiasi altezza, sopra o sotto il piano di campagna, con qualsiasi mezzo meccanico o martello demolitore o in parte anche a mano, compresi i seguenti oneri: predisposizione e cura delle pratiche amministrative con gli Enti preposti necessarie alla rimozione e smaltimento di ogni prodotto di demolizione, e questo anche per eventuali sostanze nocive e/o speciali che dovessero rinvenirsi durante i lavori, il tiro in alto o calo in basso, le puntellature necessarie, i ponti di servizio interni ed esterni, la smuratura di parti di impianti, la selezione dei materiali da destinare alle discariche, il trasporto a discarica del materiale di risulta in discariche idonee alla tipologia del rifiuto, gli oneri di conferimento, tutte le precauzioni e cautele per evitare danni ad eventuali proprietà confinanti ed a terzi, l'adozione degli accorgimenti atti a tutelare l'incolumità degli operai e del pubblico, l'adozione degli accorgimenti atti a ridurre il disturbo verso i terzi compreso quindi l'onere di inaffiamento per ridurre la produzione di polveri e la mitigazione acustica con l'esecuzione delle attività più rumorose negli orari suggeriti dalle disposizioni comunali locali, la recinzione degli spazi di rispetto, l'impiego di mezzi segnaletici diurni e notturni per avvertire i passanti, l'onere delle cautele da adottare per demolire a piccoli tratti le strutture collegate a ridosso di altre proprietà o a loro parti escluse dalla demolizione, la riparazione dei danni arrecati a terzi, gli oneri relativi agli eventuali spostamenti di servizi e utenze, ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

L'Appaltatore ha l'obbligo di esibire in copia le attestazioni di avvenuto smaltimento dei materiali o il loro parziale recupero, ai sensi della vigente normativa.

#### **DEMOLIZIONI DI OPERE IN C.A.**

La demolizione di manufatti e/o di parti di strutture in c.a. di qualsiasi consistenza e posizione, sia verticale che orizzontale, inclinata o a sbalzo, sarà effettuata con l'ausilio di mezzi meccanici o demolitori a mano o apparecchiature di taglio, a qualsiasi altezza (sopra o sotto il piano di campagna), compreso impianti, inserti, zanche ed ogni altro elemento compreso o solidale al manufatto stesso, compreso puntelli, piani di lavoro e ponteggi, smaltimento prodotti della demolizione, pulizia della superficie demolita con la rimozione delle parti incoerenti, salvaguardia delle armature esistenti secondo le disposizioni di progetto e della DL. e con le modalità, le prescrizioni, i magisteri, i vincoli e gli oneri descritti nelle Norme Generali di capitolo.

#### **Carotaggio di pareti o solai in c.a.**

Esecuzione di carotaggio orizzontale o verticale con carotatrice elettrica a corona diamantata di pareti di forte spessore anche contro terra.

E' compreso il posizionamento dell'attrezzatura a qualsiasi altezza, il fissaggio con idonei tasselli meccanici e la loro rimozione ad intervento eseguito, la rimozione e lo smaltimento delle carote, l'alimentazione elettrica ed idrica, il piano di lavoro e quanto altro necessario ad una precisa e sicura esecuzione dell'opera.

## **DEMOLIZIONE DI MASSETTI E SOTTOFONDI**

Demolizioni di massetti o sottofondi senza pavimentazione, a qualsiasi altezza, sopra o sotto il piano di campagna, di qualsiasi natura e consistenza, con l'ausilio di mezzi meccanici o martelli demolitori a mano, compreso eventuali impianti, inserti, scarichi, canalette ed ogni altro elemento compreso o solidale ai massetti stessi.

Nel caso in cui siano presenti cunicoli o ribassamenti, fosse, sotto soletta (di qualsiasi materiale e spessore), andrà prevista la demolizione e rimozione di tali elementi, fino a raggiungere la terra sottostante.

Se presente la pavimentazione l'onere di rimozione dei massetti è ricompreso nella voce di demolizione di pavimenti.

La lavorazione sarà eseguita con le modalità, le prescrizioni, i magisteri, i vincoli e gli descritti nelle Norme Generali di capitolo.

### **Demolizione di marciapiede**

Con la demolizione del marciapiede si dovranno demolire e smaltire le cordonature di contenimento, i massetti in cls anche se armati, le pavimentazioni, le massicciate e gli impianti e i manufatti incorporati nel volume da rimuovere. Eventuali servizi da mantenere dovranno essere convenientemente individuati e protetti per tutte le fasi di lavorazione.

La lavorazione sarà eseguita con le modalità, le prescrizioni, i magisteri, i vincoli e gli descritti nelle Norme Generali di capitolo.

## **DEMOLIZIONI DI OPERE DA FABBRO**

Con la demolizione, il taglio, la rimozione e lo smaltimento di opere metalliche esistenti indicate negli elaborati di progetto o incompatibili con questo, interne ed esterne, a qualsiasi altezza, si dovranno rimuovere anche telai, zanche, ferramenta, lattonerie, sistemi di fissaggio, ecc. Sono compresi, i necessari puntelli, i piani di lavoro, i ponteggi, il tiro in basso gli eventuali interventi provvisori.

La lavorazione sarà eseguita con le modalità, le prescrizioni, i magisteri, i vincoli e gli descritti nelle Norme Generali di capitolo.

## **SCAVI - MOVIMENTI TERRE**

### **SCAVI**

Norme generali:

- UNI EN 13331-1 Sistemi di puntellazione per scavi - Parte 1: Specifiche di prodotto
- UNI EN 13331-2 Sistemi di puntellazione per scavi - Parte 2: Verifica mediante calcolo o prove

Prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli scoticamenti o sbancamenti o di lavori che comunque interessino movimenti di terra, l'Appaltatore dovrà verificare il piano quotato, i profili longitudinali e trasversali.

Le quote dovranno riferirsi a tre o più capisaldi inamovibili e facilmente individuabili, così da consentire in ogni momento immediati e sicuri controlli fino alla approvazione di collaudo.

Il personale dell'Appaltatore è tenuto a conservare con la massima cura i capisaldi, gli allineamenti e tutte le quote di riferimento.

I lavori di scavo e rinterro verranno realizzati sulla base dei disegni di progetto in cui sono indicate le quote del terreno.

L'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni cautela ed esattezza nel sagomare i fossi, nel configurare le scarpate ed i piani di fondazione e nel profilare i cigli della strada.

L'Appaltatore è tenuto a consegnare le trincee alle quote e secondo i piani prescritti, con scarpate ben spianate e regolari, con cigli ben tracciati e profilati; lo stesso deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, rimanendo obbligato, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, alle necessarie riprese e sistemazioni delle scarpate, nonché allo spurgo dei fossi e delle cunette.

I lavori di scavo saranno condotti con le seguenti modalità:

- procedere preliminarmente al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici. I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione specificamente prevista, sono lasciati a disposizione dell'Appaltatore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.

- procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta dello scavo per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'Appaltatore deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione. L'Appaltatore deve procedere alla rimozione ed all'asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane.

- procedere alla demolizione di murature e manufatti ricadenti nelle aree d'impronta del solido stradale con i mezzi che ritiene più opportuni, nel rispetto delle Norme vigenti. Nei tratti in trincea la demolizione delle opere murarie deve essere spinta fino ad un metro al di sotto del piano di posa della pavimentazione stradale; nei tratti in rilevato fino a raso campagna o del profilo naturale del terreno. In ogni caso, prima di procedere alla demolizione di manufatti, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori. I materiali provenienti dalle demolizioni sono portati a rifiuto. Nel caso che i materiali di scavo siano destinati al reimpiego, essi devono essere trasportati direttamente in opera o in aree di deposito; in questo caso devono essere custoditi opportunamente, eventualmente trattati per correggerne la granulometria, in relazione alla destinazione prevista, successivamente ripresi e trasportati nelle zone di impiego.

- L'Appaltatore dovrà inoltre curare lo smaltimento e le pratiche amministrative necessarie alla dismissione di materiali o apparecchiature contenenti sostanze nocive e/o speciali eventualmente reperite durante gli scavi stessi, depositando i materiali in discariche autorizzate idonee ai tipi di materiali da smaltire.

L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di argini e per altre opere di sistemazione a verde (spartitraffici, aiuole, ecc.).

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammolimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

Prima e/o durante l'esecuzione delle trincee e dei rilevati, l'Appaltatore deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi anche provvisori, di eventuali canali fuggatori, di eventuali pozzetti di sollevamento e di quanto altro occorra per assicurare il regolare smaltimento e deflusso delle acque, nonché gli esaurimenti delle stesse, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge. La superficie dello scavo andrà organizzata in modo tale da convogliare le acque meteoriche ai predetti recapiti.

Lo scavo ed il successivo rilevato andranno condotti in modo tale da non lasciare per troppo tempo il piano di imposta del rilevato e delle fondazioni esposto agli agenti atmosferici. I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di scavo a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo.

Quest'ultimo deve risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto.

L'Appaltatore dovrà inoltre curare lo smaltimento e le pratiche amministrative necessarie alla dismissione dei materiali, depositandoli in discariche autorizzate idonee ai tipi di materiali da smaltire.

A fine lavori di scavo si provvederà alla verifica dei piani sbancati raggiunti che, rispetto alle quote di progetto, potranno avere una tolleranza di +/- 3 cm.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore deve provvedervi a sua cura e spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Appaltatore deve ripristinare le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

**Sono denominati scavi di sbancamento quelli occorrenti per:**

- l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle pertinenze in trincea secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- la formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione ed all'eventuale bonifica del sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo splatemento del terreno per far luogo alla formazione di piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce;
- la formazione di rampe incassate, cunette di piattaforma;
- gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale;
- l'impianto delle opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno, ecc.) per la parte ricadente al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o di quello degli splatementi precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato, considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.
- tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico.

**Sono denominati scavi a sezione obbligata** o scavi a sezione ristretta quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano è fissato (da progetto o, in

difformità, su motivato parere della Direzione Lavori) per l'intera area o per più parti in cui questa può essere suddivisa, in relazione all'accidentalità del terreno ed alle quote dei piani finiti di fondazione.

Qualunque sia la loro natura, detti scavi debbono essere spinti, su motivato ordine scritto della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea. L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento (a misura) del maggior lavoro eseguito, secondo i prezzi contrattualmente stabiliti in relazione alle varie profondità.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Le pareti degli scavi, come già detto, sono di norma verticali o subverticali; l'Appaltatore, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbadacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.

Ove ragioni speciali non lo vietino, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti a scarpa, con pendenza minore di quella prevista nei disegni di progetto; in tal caso, nulla è dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento eseguiti di conseguenza.

L'Appaltatore deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Appaltatore deve eliminare ogni impedimento e ogni causa di rigurgito che si opponessero al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fucatori.

Quando lo scavo a sezione obbligata è finalizzato alla posa di condotte fognarie e cavidotti e relativi pozzetti sarà eseguito con mezzi meccanici o a mano in terreno di qualsiasi natura e consistenza, esclusa la roccia, sia asciutto che bagnato, per sezioni medie relative a profondità di posa fino ad un massimo di m 3.50, compreso la rimozione di pavimentazioni, il disfacimento di massicciate e fondazioni stradali, eventuali demolizioni di trovanti di dimensioni non superiori a mc 0.50, la conservazione di sottoservizi, eventualmente incontrati e le eventuali protezioni degli scavi per profondità di scavo fino a m 3.50 con trasporto del materiale di scavo in discarica. Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della D.L.) al successivo reimpiego, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà reperire; in entrambi i casi a sue cure e spese.

Lo scavo dovrà seguire le quote e le pendenze di progetto e dovrà consentire un idoneo rinfianco attorno alle condotte. Le pareti dello scavo dovranno essere sagomate in modo tale da garantire la sicurezza del personale che dovrà operare in fondo scavo.

In caso di profondità superiori a 3,5 m si realizzerà un prescavo di larghezza idonea sia all'esecuzione degli scavi con mezzo meccanico, sia al mantenimento delle condizioni di sicurezza delle maestranze.

Ove necessario si utilizzeranno armature di sostegno e protezione delle pareti di scavo eseguite con attrezzature metalliche o lignee e relativi elementi di contrasto e di collegamento, tali da garantire la sicurezza del lavoro entro lo scavo. La applicazione delle necessarie armature di sostegno. Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 centimetri. Il montaggio dell'armatura deve procedere in modo conforme all'avanzamento dello scavo, limitando al minimo gli spazi non protetti nella successione delle operazioni. Le armature devono essere installate a diretto contatto con il terreno e, ove necessario, deve essere inserito del materiale di ricalzo per garantire la continuità del contrasto. Anche le dimensioni delle armature devono essere tali da lasciare un ampio margine di sicurezza alle spinte del terreno. Se si usano puntelli d'acciaio predisposti perpendicolarmente ai montanti o ai pannelli in legno, occorre sempre verificare la compatibilità del carico trasmesso dall'acciaio al legno stesso. La rimozione finale dell'armatura deve essere effettuata con cautela e da operai qualificati, procedendo dal basso verso l'alto e verificando che l'armatura non sia sottoposta a pressioni supplementari dovute a

movimenti successivi del terreno.

**Sono denominati scavi subacquei** gli scavi a sezione ristretta solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate. L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

**Sono denominati scavi in roccia** gli scavi in roccia di qualsiasi natura e consistenza, comunque fessurata o stratificata, e le demolizioni dei manufatti sono eseguiti con i mezzi che l'Appaltatore ritiene più convenienti, ivi compreso l'uso di mine.

Nell'impiego di esplosivo l'Impresa deve curare che la scarpata risultante non presenti fratture né dislocazioni di masse: qualora si accertasse la presenza di tali indesiderati fenomeni, prodotti dalla tecnica di scavo, l'Impresa deve provvedere a sue spese a disaggi, sarciture e/o bloccaggi, secondo un programma concordato con la Direzione Lavori.

Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di impianti a rete di ogni genere, deve essere attuato con opportune cautele, in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi, che debbono essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

**Nel reimpiego dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni.**

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

**Le materie provenienti dagli scavi e non riutilizzate nell'ambito del cantiere, se dalla caratterizzazione saranno confermate come idonee al loro utilizzo come materiale per rinterri e riempimenti o sottofondi e rilevati di sedi stradali, saranno convenientemente accumulate nell'ambito dell'area dell'intero intervento definito dall'Accordo di Programma, in aree indicate dalla Direzione Lavori che provvederà ad indicare anche l'altezza da raggiungere nei cumuli. Le materie dovranno essere accumulate con l'ausilio di mezzi meccanici in modo da formare cumuli regolari che non intralcino le altre attività da sviluppare nell'area. I cumuli dovranno essere separati per tipologia di terreno, quello idoneo alla realizzazione di aree verdi dovrà essere accumulato separatamente dal materiale idoneo alla realizzazione di rilevati.**

Ogni qualvolta i rilevati debbano poggiare su declivi con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità del progetto le lavorazioni prevederanno che, ultimata l'asportazione del terreno vegetale, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa dei rilevati con superfici di appoggio eventualmente in leggera pendenza. Per la continuità spaziale delle gradonature si deve curare, inoltre, che le alzate verticali si corrispondano, mantenendo costante la loro distanza dall'asse stradale. Inoltre, le gradonature debbono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine per lo scavo.

In corrispondenza di allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale addossare il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di alzata non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza.

L'operazione di gradonatura deve essere sempre preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale e deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del rilevato, per evitare l'esposizione alle

acque piovane dei terreni denudati.

La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, deve essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell'Impresa.

Quando siano prevedibili cedimenti eccedenti i 15 cm dei piani di posa dei rilevati, l'Appaltatore deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio per l'evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Appaltatore, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

L'Appaltatore è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

Quando la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di portanza richiesti, può essere introdotto nel programma dettagliato delle lavorazioni l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. In alternativa può essere adottato un adeguato trattamento di stabilizzazione.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla portanza necessaria di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità)  $M_d$ , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra 0,05÷0,15 N/mm<sup>2</sup>, deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm<sup>2</sup> (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm<sup>2</sup>, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm<sup>2</sup>, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m<sup>2</sup>. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

## GEOTESSILI

Normative di riferimento

- D.M. 11 aprile 2007

Norme di Prodotto

- **UNI EN 13249 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)**
- **UNI EN 13250 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di ferrovie**
- **UNI EN 13251 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni**



**di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno**

- **UNI EN 13252 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti**
- **UNI EN 13253 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego di sistemi esterni di controllo dell'erosione**
- **UNI EN 13254 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e dighe**
- **UNI EN 13255 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali**
- **UNI EN 13257 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego in discariche per rifiuti solidi**
- **UNI EN 13265 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nei progetti di contenimento di rifiuti liquidi**

Per ciascuna destinazione d'impiego, a seconda della funzione del geotessile o prodotto affine, le norme armonizzate fanno riferimento a specifici metodi di prova:

- UNI EN ISO 10319 Geosintetici - Prova di trazione a banda larga
- UNI EN ISO 11058 Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico
- UNI EN 12224 Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici
- UNI EN 12225 Geotessili e prodotti affini - Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento
- UNI EN ISO 12236 Geosintetici - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)
- UNI EN 12447 Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza all'idrolisi in acqua
- UNI EN ISO 13427 Geotessili e prodotti affini - Simulazione del danneggiamento dovuto ad abrasione (prova del blocco scorrevole in moto alternato).
- UNI EN ISO 13431 Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle proprietà di viscosità a trazione (tensile creep) e comportamento a rottura (creep rupture).
- UNI EN ISO 13433 Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)
- UNI EN 13719 Geotessili e prodotti affini - Determinazione dell'efficacia della protezione a lungo termine di geotessili in contatto con geosintetici con funzione barriera

Caratteristiche:

		gr/mq	200	300	400	500	700	1000	1500	2000
massa areica maggiore	EN 965 DIN 53855, ASTM-D- 1777	gr/mq	> 200	> 300	> 400	> 500	> 700	> 1000	> 1500	> 2000
spessore minimo	al EN ISO 12236	mm	> 2,0	> 2,8	> 3,3	> 3,9	> 5,0	> 7,0	> 10	> 14
resistenza a trazione	EN ISO 10319	KN	> 2,5	> 3	> 3,8	> 4,2	> 5,8	> 8,5	> 13,5	> 17,5
resistenza a trazione	EN ISO 10319	KN/m	> 15	> 18	> 24	> 30	> 41	> 52	> 72	> 83
longitudinale	EN ISO 10319	KN/m	> 10	> 13	> 19	> 21	> 30	> 35	> 50	> 52
trasversale	EN ISO 10319	%	<=	<=	<=	<=	<=	<=	<=	<=
allungamento a rottura	EN ISO 10319	%	80	80	80	80	80	90	90	90
longitudinale	EN ISO 10319	%	<=	<=	<=	<=	<=	<=	<=	<=
trasversale	EN ISO 10319	%	40	40	80	100	100	120	120	130
permeabilità sotto 2KPa di pressione		m/s	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=
			10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>

Il geotessile dovrà essere fornito corredato di una dettagliata descrizione del prodotto (composizione della materia prima e metodo di fabbricazione). Ogni rotolo di geotessile dovrà essere corredato di una etichetta riportante il nome del fabbricatore, il tipo di prodotto, la numerazione del lotto e del rotolo e la data di fabbricazione e la marcatura CE. Nel prezzo sono compresi la fornitura, la posa, gli sfridi i sormonti (minimo 20 cm) e tutti gli altri oneri per dare il lavoro finito a regola d'arte e secondo le disposizioni della D.L. Se utilizzato in copertura il prodotto deve essere assolutamente di colore bianco per abbassare le temperature su impermeabilizzazioni e coibentazioni. Il prodotto deve essere imputrescibile.

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica contenuta negli elaborati esecutivi, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità, agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto.

I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

I geotessili debbono presentare superficie scabra, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

Debbono essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego.

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma EN 963. I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori.

Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

Il piano di stesa del geotessile deve essere perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 20 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale. I teli non debbono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

## RILEVATI

### Norme generali

- UNI 11531-1-2014 "Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture – Criteri per l'impiego dei materiali- Parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati"

- D.M. 5 febbraio 1998 materiali riciclati

- UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico

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

- **UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade**

- UNI EN 13285 Miscele non legate - Specifiche

- **UNI EN 197-1 Cemento - Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni.**

- UNI EN 197-2 Cemento - Valutazione della conformità

- UNI EN 459-2 Calci da costruzione - Metodi di prova

- UNI EN 459-3 Calci da costruzione - Valutazione della conformità

- UNI EN 13282-1 Leganti idraulici per impieghi stradali - Composizione, specifiche e criteri di conformità

- UNI EN 14227-5 Miscele legate con leganti idraulici - Specifiche - Parte 5: Miscele legate con leganti idraulici per strade

#### Strade

- A – Autostrade extraurbane e urbane;
- B – Strade extraurbane principali;
- C – Strade extraurbane secondarie;
- D – Strade urbane di scorrimento;
- E – Strade urbane di quartiere;
- F – Strade locale extraurbane e urbane.

Per la Rete Primaria sono impiegate le categorie A-B-D;  
Per la Rete Principale sono impiegate le categorie B-D;  
Per la Rete Secondaria sono impiegate le categorie C-E;  
Per la Rete Locale è impiegata la categoria F.

#### Classificazione

##### MATERIALI NATURALI SCIOLTI

I materiali sciolti naturali possono derivare dalla scomposizione di formazioni naturali di terreni o di rocce lapidee nelle zone in cui il progetto prevede lo sviluppo del solido stradale in trincea, ovvero dall'estrazione da cave di prestito. Possono essere destinati alla costruzione di corpi stradali in rilevato, a bonifiche, a riempimenti ecc.

Essi sono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma UNI 11531-1-2014 "Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture – Criteri per l'impiego dei materiali- Parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati",

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa, per ogni zona di provenienza, deve procedere a qualificare le terre da impiegare attraverso una campagna di indagine corredata dei risultati di prove di laboratorio.

Nella formazione dei rilevati con materie provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati, in ordine di priorità, i materiali sciolti dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 e, quindi, A2-6 ed A2-7.

Per le terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6 ed A7 si deve valutare se adoperarle con le cautele successivamente descritte, se prevederne un trattamento, ovvero se portarle a rifiuto.

Quando l'umidità delle terre scavate è tale da non consentire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dalle presenti norme tecniche, l'Impresa è tenuta a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare in senso conveniente il contenuto d'acqua naturale e/o, a seconda dei casi, a migliorarle mediante stabilizzazione.

I materiali impiegati, qualunque sia il gruppo di appartenenza, devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo.

Terre con contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 5% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

Nella redazione del progetto in ordine alle possibilità e modalità di impiego delle terre si considerano le seguenti proprietà dei diversi gruppi; queste determinano le scelte anche del piano particolareggiato delle lavorazioni di cui al paragrafo che segue e le modalità di posa in opera.

**Gruppo A1 - Appartengono a questo gruppo i materiali rocciosi non evolutivi e le terre granulari, generalmente di più o meno grossa pezzatura, pressoché insensibili all'azione dell'acqua e del gelo, che sotto il profilo dei movimenti di terra possono dar luogo ad un ampio spettro di comportamenti, in relazione:**

- al contenuto di fino (frazione minore di 0,075 mm);
- all'assortimento granulometrico;
- alla presenza di elementi di grossa pezzatura.

Nel prevederne l'impiego occorre considerare che le ghiaie e le sabbie alluvionali con poco fino (meno del

5%), permeabili e prive di coesione, dopo costipamento risultano tanto più soggette all'erosione dell'acqua meteorica quanto più l'assortimento granulometrico è mal graduato. Per evitare che possano prodursi danni, l'Impresa deve rigorosamente procedere al rivestimento con terra vegetale delle scarpate man mano che cresce l'altezza del rilevato; la semina per l'inerbimento, ugualmente, deve essere effettuata il più rapidamente possibile.

I detriti di falda, le rocce alterate, i depositi morenici ed anche le alluvioni eterogenee con un contenuto di fino compreso tra il 10 ed il 15% danno luogo a strati molto compatti e difficilmente erodibili; richiedono, tuttavia, un attento controllo dell'umidità di costipamento al fine di attingere valori elevati di portanza.

I materiali con elementi superiori a  $D=50\text{mm}$  e, in particolare, quelli provenienti da scavi in roccia (dura e tenace) richiedono cautele e particolari provvedimenti per quel che riguarda la stesa in strati di spessore regolare ed il costipamento.

I provvedimenti da adottarsi consistono nelle seguenti operazioni:

- scarto degli elementi di dimensioni maggiori di  $D=500\text{ mm}$ ;
- correzione granulometrica (per frantumazione e/o aggiunta di pezzature in difetto).

Nella redazione del piano dei movimenti di terra, di norma si riservano le terre del sottogruppo A1-a, specialmente se di granulometria ben assortita, ai manufatti in terra che richiedono più elevate proprietà meccaniche e/o agli strati di sottofondo.

**Gruppo A3 - Le sabbie di questo gruppo, specialmente quando presentano una frazione ghiaiosa ( $> 2\text{mm}$ ) modesta, si prestano male al costipamento ed alla circolazione dei mezzi di cantiere, per mancanza di coesione e di portanza. Di norma l'impiego senza particolari accorgimenti è limitato alla realizzazione di bonifiche dei piani di posa dei rilevati e di strati anticapillari; terre di questo gruppo possono essere impiegate nella formazione del corpo del rilevato se presentano un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) non inferiore a 7.**

Per le sabbie a granulometria uniforme deve prevedersi, invece, o un trattamento con cemento, o una correzione granulometrica, ovvero entrambi i provvedimenti.

**Sottogruppi A2-4 e A2-5 – Le ghiaie e le sabbie limose a bassa plasticità di questi due sottogruppi sono convenientemente adoperate per la costruzione dei rilevati, peraltro senza difficoltà di esecuzione: la bassa plasticità ( $IP < 10$ ) e la frazione fine non eccessiva ( $< 35\%$ ) permettono, infatti, di modificare facilmente il loro contenuto d'acqua.**

Generalmente presentano bassa permeabilità e modesta risalita capillare: perciò non richiedono particolari provvedimenti per proteggere dal gelo lo strato di sottofondo (o sottofondazione) e la soprastante pavimentazione.

Tenuto conto della sensibilità all'umidità di costipamento e dei rapidi cambiamenti di consistenza della frazione fine al variare del contenuto d'acqua, i lavori vanno immediatamente sospesi quando l'umidità naturale superi significativamente quella ottimale di costipamento e quando le condizioni atmosferiche portino ad un incremento del contenuto d'acqua.

Per tali terre, pertanto, l'Impresa è tenuta ad adottare programmi operativi che permettano di contenere i periodi di sospensione dei lavori, procedendo:

- all'estrazione per strati suborizzontali, allorché si vogliano favorire le variazioni di umidità;
- all'estrazione frontale, nel caso contrario.

Quando la frazione fine non supera il 12 % e se non sono presenti elementi di grossa pezzatura ( $D > 71\text{ mm}$ ) queste terre non presentano particolari problemi di costipamento.

**Sottogruppi A2-6 e A2-7 – Le ghiaie e le sabbie argillose di questi sottogruppi sono, di norma, convenientemente utilizzate per la formazione dei rilevati, specialmente quando presentino un indice di gruppo  $IG=0$ . Il loro comportamento, tuttavia, è molto influenzato dalla quantità e dalla natura della frazione argillosa presente. Portanza e caratteristiche meccaniche attingono valori intermedi tra quelle delle ghiaie e delle sabbie che costituiscono l'ossatura litica del materiale e quelle delle argille che costituiscono la frazione fine. Poste in opera, esse presentano da media a bassa permeabilità ed altezza di risalita capillare, ciò che determina elevato rischio di formazione di lenti di ghiaccio per azione del gelo. Per questo motivo, in presenza di falda superficiale e di prolungata durata di condizioni climatiche di bassa temperatura, il loro impiego deve essere**

**evitato nella formazione di strati di sottofondo e limitato agli strati posti al di sotto di 2,00 m dal piano di posa della pavimentazione stradale, previa predisposizione, a quota inferiore, di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.**

L'energia e l'umidità di costipamento delle terre dei sottogruppi in esame debbono essere costantemente controllate; quando il contenuto d'acqua risulta prossimo o supera il limite di plasticità della frazione fine si rischia, infatti, di provocare instabilità e cadute di portanza per sovracostipamento del materiale. Se lo stato delle terre e le condizioni ambientali non obbligano alla sospensione dei lavori, è opportuno adottare basse energie di costipamento, operando su strati di modesto spessore.

**Gruppi A4, A5, A6 e A7 - L'opportunità d'adoperare terre di questi gruppi deve essere valutata secondo le seguenti linee guida:**

- disponibilità di terre sostitutive, anche in relazione alle distanze di trasporto ed alle esigenze di carattere ambientale;
- provvedimenti da adottare per la protezione da venute d'acqua (gravitazionali o di capillarità) nelle opere in terra con esse realizzate;
- tecniche di miglioramento, quale il trattamento a calce, finalizzate a ricondurre le proprietà fisico-chimiche e meccaniche entro limiti di garanzia delle prestazioni, nel volgere della vita economica dell'opera.

Per l'impiego dei materiali dei gruppi A4 ed A5 occorre considerare che:

- la consistenza di queste terre ( $IP < 10$ ) cambia sensibilmente per modeste variazioni del contenuto d'acqua; anche per modesti incrementi d'umidità si passa rapidamente da comportamenti tipici di terreni asciutti, difficili da compattare, a quelli di terreni troppo umidi, per i quali risulta talvolta impossibile ottenere il grado di addensamento richiesto;
- in relazione all'assortimento granulometrico ed all'addensamento, la permeabilità ed il potere di risalita capillare possono variare entro limiti abbastanza ampi; ne risulta un forte potere di imbibizione (portate d'invasamento capillare) e, quindi, un'estrema sensibilità al rigonfiamento ed all'azione del gelo. I rilevati realizzati con questi terreni, pertanto, debbono essere protetti dalle acque interne ed esterne, mediante strati anticapillari, schermi drenanti, tempestivi rinfianchi laterali con inerbimento;
- la presenza di ciottoli ed elementi di più grossa pezzatura può impedire l'azione dei mezzi di miscelazione e, quindi, renderne impossibile la stabilizzazione a calce.

Le difficoltà di compattazione delle argille dei gruppi A6 ed A7, le proprietà meccaniche generalmente modeste degli strati, come pure i provvedimenti di difesa dalle acque da mettere in atto per evitare rischi di ritiro-rigonfiamento del materiale posto in opera, limitano l'impiego di queste terre a rilevati di modesta importanza o a riempimenti non strutturali.

Se non sono presenti elementi di grosse dimensioni, le terre dei gruppi A6 ed A7 si prestano bene alla stabilizzazione con calce.

### **Pianificazione dei lavori**

Con riferimento alla verifica del progetto, ai sensi dell'art.131 del DPR 554/99, ed alle dei materiali lavorazioni per la formazione del corpo stradale in trincea ed in rilevato, l'Impresa deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un programma dettagliato dei movimenti di materia, nonché eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori basata su sperimentazione o prove in vera grandezza.

Detta indagine si articola di norma come segue:

- rilievo geometrico diretto dell'andamento morfologico del terreno in corrispondenza delle sezioni di progetto e di altre eventuali sezioni intermedie integrative (rilievo di prima pianta);
- rilievo, attraverso pozzetti stratigrafici, dello spessore di ricoprimento vegetale;
- identificazione della natura e dello stato delle terre (provenienti dalle zone di scavo e dalle cave di prestito) per la valutazione dell'attitudine al particolare impiego, prevedendo le seguenti prove di laboratorio:
  - granulometria e limiti di Atterberg, per la classificazione secondo la norma CNR- UNI 10006/63;
  - contenuto d'acqua naturale (CNR-UNI 10008/63) e consistenza;
  - costipamento AASHTO Standard e/o Modificato (CNR69/78) al variare del contenuto d'acqua, con individuazione della densità massima del secco ( $\gamma_s \text{ max}$ ) e dell'umidità ottimale di costipamento ( $w_{opt}$ );

- analisi granulometriche comparative, prima e dopo la prova di costipamento, limitatamente ai materiali per i quali si sospetta la presenza di componenti fragili o instabili;
- indice di portanza CBR secondo modalità di prova che tengano conto della destinazione del materiale, dei rischi di imbibizione da venute d'acqua (gravitazionale e/o di capillarità) e del prevedibile grado di addensamento. Per valutare gli effetti delle variazioni di umidità e del grado d'addensamento sulla portanza degli strati realizzati, la Direzione dei lavori, in relazione alle esigenze di posa in opera ed anche ai fini dei controlli di portanza (cfr. 1.4.3.5), ha la facoltà di richiedere lo studio CBR completo, a diverse energie ed umidità di costipamento, secondo la norma SN670320b.

L'indice CBR viene utilizzato:

- ai fini del dimensionamento della pavimentazione per valutare la portanza dei terreni di sottofondo (naturali o riportati);
- quale criterio di qualità per valutare l'attitudine dei materiali ad essere utilizzati per la costruzione di strati di rilevato o di sottofondo;
- per valutare l'influenza dell'imbibizione e del gelo sulla portanza (e sulle variazioni di volume) dei terreni di sottofondo, confrontando i risultati delle prove effettuate su provini compattati in condizioni standard (energia della prova AASHO Mod.), ma sottoposti a differenti condizionamenti (punzonamento immediato, punzonamento dopo 4 giorni di immersione in acqua, punzonamento dopo gelo e disgelo).

Per le rocce evolutive devono essere determinate, inoltre:

- la resistenza a compressione semplice su cubetti (CNR 4/53) e la relativa massa volumica;
- la perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR 34/73) determinata preferibilmente per la classe A.

Laddove non fosse possibile effettuare prove di costipamento AASHO e prove CBR di laboratorio, l'attitudine all'impiego può essere determinata successivamente, attraverso la misura del modulo di deformazione Md (CNR146/92), nel corso delle prove preliminari in vera grandezza (campo prove) di cui nel seguito.

Per le terre destinate ai massicci rinforzati, alle prove ordinarie sulle terre naturali, debbono essere aggiunte le determinazioni delle seguenti caratteristiche:

- contenuto in sali solubili totali (UNI 8520);
- contenuto in solfuri, solfati e cloruri (UNI 8520);
- misure di pH e resistività elettrica (BS 1377 Part 3).

Tenuto conto dei risultati delle suddette indagini, l'Impresa predispone i seguenti documenti, da sottoporre all'approvazione del Direttore dei Lavori:

- piano dettagliato di sperimentazione in vera grandezza (campo prove);
- piano particolareggiato delle lavorazioni di movimento di materie.

Con la sola eccezione di lavori per i quali i volumi dei movimenti di materia siano del tutto trascurabili (come tali individuati nel progetto approvato), l'Impresa è tenuta a realizzare (per ciò mettendo a disposizione della Direzione Lavori personale e mezzi adeguati) una sperimentazione in vera grandezza (campo prova), allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di addensamento e/o portanza) prescritte.

La sperimentazione in vera grandezza deve riguardare ogni approvvigionamento omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale.

Nei cantieri di grande dimensione e, in ogni caso, allorché per il controllo in corso d'opera vengano impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento (FWD, autocarro con asse di 10 t), le indagini preliminari sui rilevati sperimentali sono finalizzati anche a stabilire le necessarie correlazioni tra i risultati di queste ed i valori di densità secca  $\gamma_s$  e/o modulo di deformazione Md.

L'onere economico della sperimentazione in campo prove è compreso nel prezzo d'appalto e, quindi, cade a carico dell'Impresa. Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato: in questo caso dopo la sperimentazione è fatto obbligo all'Impresa di demolire le sole parti del manufatto non accettabili, sulla base delle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

La sperimentazione va completata prima di avviare l'esecuzione dei rilevati, per essere di conferma e di riferimento del piano e delle modalità delle lavorazioni; in ogni caso, se applicata a materiali diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera. Analogamente la sperimentazione va ripetuta in caso di variazione del parco macchine o delle modalità esecutive.

A titolo orientativo, per quanto attiene alle modalità operative che dovranno essere dettagliate nel piano presentato per l'approvazione alla Direzione Lavori, si segnala che:

- l'area prescelta per la prova in vera grandezza deve essere perfettamente livellata, compattata e tale da presentare caratteristiche di deformabilità analoghe a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato deve risultare almeno pari a tre volte quella del rullo;
- i materiali vanno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale), provvedendo a compattarli con regolarità ed uniformità e simulando, durante tutte le fasi di lavoro, le modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori;
- per ciascun tipo di materiale e per ogni modalità esecutiva, occorre mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ciascuno di essi vanno eseguite prove di controllo dopo successive passate (ad esempio, dopo 4, 6, 8, passate).

I risultati delle prove vanno riportati in apposito verbale redatto dalla Direzione Lavori, che ne trae le conclusioni sull'accettazione delle macchine e sulle modalità di posa in opera.

Per le cave di prestito messe a disposizione dal Committente, le aree da cui debbono prelevarsi i materiali sono consegnate all'Appaltatore in occasione della consegna dei lavori (ovvero di verbale parziale, se è disposta una consegna frazionata).

Per l'occasione possono essere specificate le particolari modalità previste in progetto e che l'Impresa deve rispettare in ordine:

- ad eventuali condizioni particolari di prelievo del materiale (estrazione in acqua, a strati suborizzontali o frontali, uso o meno di mine);
- alla regolamentazione in materia d'ambiente, d'inquinamento atmosferico ed acustico, di sicurezza dell'esercizio;
- alle condizioni di stoccaggio del materiale cavato;
- alle opere provvisorie e finalizzate al deflusso delle acque;
- alle vie di accesso (viabilità interessata e piste di servizio);
- al ripristino dei luoghi dopo l'esercizio (ricucitura vegetazionale e modellazione morfologica, ripristini di pavimentazioni, ecc.).

Per le cave di prestito proposte dall'Appaltatore, o individuate sotto la sua responsabilità, in difformità del progetto, ovvero nel caso in cui il progetto ne lasci l'onere all'esecutore, la soluzione deve essere da questo sottoposta all'approvazione del Direttore dei Lavori, provvedendo a corredare la richiesta di:

- indagini preliminari con prove di laboratorio finalizzate alla valutazione dell'attitudine all'impiego
- valutazione delle cubature estraibili;
- modalità di esercizio come sopra specificato;
- benessere del proprietario del suolo allo sfruttamento.

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i luoghi di riempimenti ed i ricoprimenti debbono essere portate a rifiuto nelle discariche deposito individuate in progetto ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

In relazione alle cubature da conferire a discarica (ed eventualmente anche da mettere a deposito provvisorio), in siti non previsti o non esaurientemente trattati in progetto, l'Appaltatore è tenuto a produrre:

- gli studi di stabilità e d'integrazione ambientale della discarica, particolarmente per quanto riguarda l'idrologia superficiale e profonda e l'impatto paesaggistico;

- le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti in materia, in accordo alle norme ed ai regolamenti vigenti, come pure quelle relative all'occupazione dei terreni, da parte dei proprietari.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per il ricoprimento delle scarpate e per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa. I cumuli di terra vegetale, disposti, con scarpate generalmente di 3/2, non debbono superare l'altezza di 3,00 metri, particolarmente nel caso in cui il piano d'impiego preveda attese superiori a sei mesi.

Nella sistemazione dei depositi di terra vegetale, inoltre, l'Impresa ha l'obbligo:

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;
- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei Lavori in relazione al loro rischio ambientale.

L'Impresa deve produrre, anche per le cave di deposito temporaneo e permanente, se necessario a modifica o integrazione del progetto, calcoli geotecnici ed elaborati di controllo e salvaguardia ambientale, in analogia a quanto già illustrato per le cave di prestito.

In sostanziale aderenza alle previsioni di progetto, per il conseguimento delle prestazioni previste per i manufatti in terra e per le loro parti, l'Impresa deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata di un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi, mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;
- le modalità di posa in opera di ciascun materiale, da verificare nel campo prova, in ordine a:
  - spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
  - attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare, dei compattatori ad assicurare le prescritte prestazioni;
  - numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti.
- le prevalenti condizioni di umidità naturale delle terre impiegate, all'atto della posa in opera; in relazione ad esse sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;
- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità, piazzali di deposito provvisorio;
- eventuali integrazioni o modifiche del progetto per apertura, coltivazione e recupero ambientale delle cave di prelievo e dei siti di deposito, opere di sostegno provvisorio degli scavi, di drenaggio e di difesa dalle acque;
- le modalità di recupero ambientale, di ricopertura di realizzazione di opere in verde a protezione dei pendii dalle erosioni superficiali.

Ogni proposta di variazione del piano particolareggiato dei lavori che si rendesse utile o necessaria in corso d'opera deve essere motivatamente presentata al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminata.

La suddetta programmazione è anche condizione indispensabile per la gestione del cantiere in regime di controllo di qualità della prestazione, ai sensi delle norme UNI EN serie 9000.



### **Riporti**

Nel presente capitolo, oltre alla costruzione del corpo stradale in rilevato (ivi compreso lo strato superiore costituente il sottofondo della pavimentazione), si considerano tutte le lavorazioni che comportano riporto di materiali, quali le opere di presidio ed i riempimenti dei cavi, la bonifica del piano di posa dei rilevati e quella del sottofondo della pavimentazione nei tratti di trincea (ove occorra).

In paragrafi distinti sono trattate nel seguito, in successione, le tecniche relative alla sistemazione ed alla costruzione di:

- piani d'appoggio dei rilevati;
- strati anticapillari;
- corpo del rilevato in terre naturali;
- riempimenti;
- strati di sottofondo in terre naturali;
- strati in terre stabilizzate a calce o con leganti idraulici;
- strati con materiali riciclati.

### **Piano d'appoggio dei rilevati**

#### **Configurazione**

Immediatamente prima della costruzione del rilevato, l'Impresa deve procedere alla rimozione ed all'asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto.

Ogni qualvolta i rilevati debbano poggiare su declivi con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità del progetto il piano particolareggiato delle lavorazioni prevederà che, ultimata l'asportazione del terreno vegetale, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa dei rilevati con superfici di appoggio eventualmente in leggera pendenza. Per la continuità spaziale delle gradonature si deve curare, inoltre, che le alzate verticali si corrispondano, mantenendo costante la loro distanza dall'asse stradale. Inoltre, le gradonature debbono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine per lo scavo.

In corrispondenza di allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale addossare il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di alzata non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza.

L'operazione di gradonatura deve essere sempre preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale e deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del rilevato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati.

La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, deve essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell'Impresa.

### **Terreni cedevoli**

Quando siano prevedibili cedimenti eccedenti i 15 cm dei piani di posa dei rilevati, l'Impresa deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio per l'evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Impresa, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

L'Impresa è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

### **Requisiti di portanza**

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla portanza necessaria di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità)  $M_d$ , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra  $0,05 \pm 0,15$  N/mm<sup>2</sup>, deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm<sup>2</sup> (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm<sup>2</sup>, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm<sup>2</sup>, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 mq. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

### **Bonifica**

Quando la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di portanza richiesti, può essere introdotto nel programma dettagliato delle lavorazioni l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. In alternativa può essere adottato un adeguato trattamento di stabilizzazione.

### **Strati anticapillari**

Gli strati anticapillari sono strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

#### **Strati in terre naturali**

Lo strato anticapillare in materiale naturale, dello spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante al setaccio 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati ovvero riciclati.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 100 m di materiale posto in opera.

### **Geotessili**

In associazione allo strato granulare anticapillare può essere posto sul piano di appoggio del rilevato uno strato geotessile.

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto. I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

I geotessili debbono presentare superficie scabra, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

Debbono essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego. Il materiale, del peso previsto in progetto per l'impiego specifico, deve rispondere ai requisiti minimi riportati nel precedente capitolo Geotessili.

Il piano di stesa del geotessile deve essere perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.

I teli non debbono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

### **Rilevati in terra naturale**

#### **Posa in opera**

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Per evitare disomogeneità dovute alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato

compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale non inferiore al 4%.

In presenza di paramenti di massicci in terra rinforzata o di muri di sostegno, in genere, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato, sperimentate in campo prove, secondo le indicazioni precedentemente riportate.

Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima della terra impiegata ( $s \geq 2D_{max}$ ).

In ogni caso, la terra non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 500 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto.

#### **Compattazione**

Nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori, circa la massima utilizzazione delle risorse naturali impegnate dall'intervento, l'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti per gli strati finiti.

Per quanto riguarda l'attitudine dei mezzi di costipamento in relazione alla natura dei materiali da impiegarsi occorre considerare che:

- i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono d'impiego specifico per le terre fini coerenti;
- i rulli a griglia sono d'impiego specifico per le rocce tenere o, comunque, per i materiali per i quali è possibile correggere la granulometria per frantumazione degli elementi di maggiore dimensione;
- i rulli lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari (A1, A2 e A3) e, se molto pesanti, per i detriti di falda contenenti elementi di grosse dimensioni e, in una certa misura, per quelli provenienti da scavi in roccia;
- i rulli gommati sono mezzi versatili e polivalenti; in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si prestano sia per le terre fini, sia per le terre granulari, sia anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi (detriti di falda);
- i rulli lisci statici vanno utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati preliminarmente compattati

con i rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.

Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHO (CNR 69/78).

L'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata in campo prova per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare. La loro produzione, inoltre, deve risultare compatibile con quella delle altre fasi (scavo, trasporto e stesa) e con il programma temporale stabilito nel piano particolareggiato dei movimenti di materia.

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati, a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fino e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, peso, pressione di gonfiaggio dei pneumatici, frequenza di vibrazione, ecc.), gli spessori degli strati ed il numero di passaggi debbono rispettare le condizioni stabilite nel corso della sperimentazione in campo prova. In ogni caso l'efficacia del processo ed il conseguimento degli obiettivi restano nell'esclusiva responsabilità dell'Impresa.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

Per garantire una compattazione uniforme, anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate debbono essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto. La stesa ed il costipamento del materiale, pertanto, deve considerare una sovrallarghezza di almeno 0,50 m, per entrambi i lati del rilevato.

Salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progetto, i controlli di qualità degli strati finiti, effettuati mediante misure di densità e di portanza, debbono soddisfare i requisiti indicati nel successivo paragrafo "Controlli".

Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

#### Protezione

Si deve garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa deve provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.

Se nei rilevati dovessero avvenire cedimenti differiti, dovute carenze costruttive, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

**Riempimenti**

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte.

Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti.

L'Appaltatore deve evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti, qualora in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali se ne ravvisi la necessità, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm. La stabilizzazione deve interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sia a forma trapezia, avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a  $2,00\text{ m} + \frac{3}{2}h$  e l'altezza  $h$  coincidente con quella del rilevato.

Il cemento, del tipo normale, va aggiunto al materiale compattato; l'esatto quantitativo deve essere determinato sperimentalmente dall'Appaltatore e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.

La miscela deve essere compattata fino al 95% della massa volumica massima del secco, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69/78), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

**Il riempimento degli scavi per formazione di fognature e cavidotti** dovrà essere eseguito in modo tale che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento, non abbiano a formarsi, in prosieguo di tempo, cedimenti od assestamenti irregolari;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento, così che, in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo, ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti. Per i reinterri da addossare alle murature si dovranno sempre impiegare materie sciolte o pietrose.

Nell'eseguire i reinterri degli scavi a sezione obbligata, si dovrà distinguere tra il sottofondo, il rinalzo della tubazione, il riempimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Il sottofondo si estende dal fondo della fossa fino alla quota di posa del tubo (con spessore minimo di 15 cm e variabile in relazione alle dimensioni del tubo, mentre il rinalzo si estende dal sottofondo fino ad un'altezza di 25 cm circa sopra il vertice del tubo: questi strati devono essere realizzati con terreno privo di ogni materiale estraneo, ciottoli compresi, suscettibile di costipamento in strati di altezza non superiore a 30 cm, la compattazione dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri, contemporaneamente da ambo i lati della tubazione.

Subito dopo il rinalzo della canalizzazione seguirà il riempimento dello scavo, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati di spessore tale da assicurare un sufficiente costipamento per ogni strato eseguito con successive passate di idonei mezzi meccanici di compattazione, statici e/o vibranti, provvedendo, se necessario, ad inaffiamento o essiccazione del materiale per correggerne l'umidità e portarla al valore ottimale per il raggiungimento della più elevata densità, senza che la tubazione sia danneggiata.

Per il riempimento dello strato superficiale degli scavi si impiegheranno all'occorrenza, i materiali idonei ricavati dalla rimozione degli strati superficiali stessi effettuata all'atto degli scavi, materiali che saranno stati depositati in cumuli o località distinte da quelle del restante terreno.

La discordanza fra i livelli dei rinterri finiti e le quote di progetto deve essere contenuta in una tolleranza di +/-3 cm.

### **Stabilizzazione delle terre con calce o calce-cemento**

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre argillose con calce di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

Con riferimento alla classificazione CNR-UNI 10006 si prestano, al trattamento con calce le terre fini plastiche argille limose dei gruppi A6 e A7 non eccessivamente plastiche, così come quelle del gruppo A5, quando di origine vulcanica od organogena.

Ghiaie argillose, identificabili come A2-6 e A2-7, possono essere convenientemente stabilizzate con calce, quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere convenientemente trattate a calce, altresì, levulcaniti vetrose, costituite da terre pozzolaniche ricche di silice amorfa. In ogni caso, la terra deve essere priva di elementi di grosse dimensioni, tali da impedire l'azione dei mezzi di miscelazione.

L'attitudine al trattamento dei terreni, differenziata in relazione alla destinazione del materiale, deve risultare da appositi studi preliminari di laboratorio attraverso i quali sono determinati anche i dosaggi di legante da adoperare ed il campo dei tenori in acqua da osservare nel costipamento delle miscele.

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A4 e A5 la calce aerea può essere utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione.

In questo caso, per migliorare le caratteristiche meccaniche dei materiali e renderle stabili nel tempo, occorre aggiungere, successivamente alla calce, leganti idraulici quali cemento Portland 32.5. I requisiti meccanici delle miscele terra-calce-cemento, devono essere i medesimi richiesti per le miscele terra-calce. La stabilizzazione mista con calce e successivamente con cemento può essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità ( $IP > 20$ ), se interessa acquisire la stabilità all'acqua delle miscele a breve termine (entro 30÷40 giorni dalla stabilizzazione).

Caratteristiche delle terre da stabilizzare

Le terre da stabilizzare debbono avere le seguenti caratteristiche:

Granulometria: deve rientrare nel fuso di cui alla norma CNR 36/73; sono ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio delle miscele in laboratorio ed eventualmente in campo prova.

Indice di plasticità: l'indice di plasticità, determinato secondo la norma CNR-UNI 10014, deve risultare compreso tra 10 e 35. E' ammesso un valore minore della plasticità (ma in nessun caso inferiore a 5) a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio preliminare di laboratorio.

Contenuto di sostanze organiche: il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055), deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.

Contenuto di solfati: il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e solfuri), determinato secondo la norma UNI 8520 parte 11, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%. In nessun caso possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1%.

Determinazione del consumo iniziale di calce: il consumo immediato di calce, ovvero la quantità di calce

necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi, determinato secondo la norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1.5%.

Contenuto di nitrati: il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1%

Valore di blu di metilene (VB): per essere accettabile una terra deve presentare un valore di blu VB >200 cmc, determinato in conformità alla norma UNI 8520, parte 15<sup>^</sup>.

Il terreno, in ogni caso, deve presentarsi privo di humus e radici, nonché libero da corpi estranei ed elementi lapidei di grossa pezzatura.

#### Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

- calce aerea idrata in polvere, sfusa o in sacchi ;
- calce aerea viva macinata sfusa, o in sacchi .

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi in cui i valori di umidità siano sensibilmente più elevati di quelli ottimali per il costipamento.

Entrambi i tipi di calce debbono rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231/39; essi, inoltre, debbono avere le caratteristiche chimiche (UNI-EN 459-2/96)

L'impiego di calce idrata e/o viva confezionata in sacchi, è tollerato solo eccezionalmente per piccoli cantieri, dove l'intervento complessivo di trattamento interessi una superficie inferiore a 2.000 mq o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 mc.

Nel caso di stabilizzazione mista con calce e cemento possono impiegarsi cementi Portland o pozzolanici del tipo 32.5

L'eventuale acqua di apporto deve risultare priva di impurità e di materie organiche.

L'Impresa è tenuta, nell'ambito del piano particolareggiato delle lavorazioni:

- a produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati

- a realizzare, per ogni famiglia di terreno che si intende trattare e per ciascun dosaggio una sperimentazione di campo, per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento. Una volta accettati dalla Direzione dei Lavori i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce, mediante ph-metria.

Il progetto delle miscele comprende prove di carattere generale riguardanti l'identificazione dei terreni e dei leganti di apporto, e prove specifiche dipendenti dall'obiettivo del trattamento per la determinazione delle formule di dosaggio.

Le prove di carattere generale, in particolare, riguardano:

- a) per i terreni: la determinazione della granulometria, dei limiti di consistenza, del contenuto di acqua naturale, dell'eventuale presenza di sostanze organiche nonché della natura mineralogica;
- b) per i leganti: l'accertamento dei requisiti per essi richiesti (per le calci essenzialmente la granulometria ed il tenore in calce libera). Per quanto possibile i leganti debbono provenire dagli stessi impianti di quelli che si prevede di utilizzare in corso d'opera.

#### Utilizzazione in rilevato

Le prove specifiche di dosaggio sono riferite, in questo caso, alle proprietà che assicurino buone condizioni di posa in opera per le miscele: lavorabilità, compattabilità e sufficiente portanza immediatamente dopo costipamento, per ottenere un supporto di rigidità conveniente nella costruzione degli strati successivi.

La lavorabilità va esaminata attraverso lo studio delle variazioni dei limiti di consistenza in funzione del dosaggio in calce. Per soddisfare questo requisito occorre che il dosaggio in calce sia non inferiore a quello minimo, aumentando il quale non si hanno significativi aumenti del limite di plasticità delle miscele.

Per quanto riguarda la portanza, occorre ottenere sulle miscele un indice CBR immediato maggiore di:

- CBR = 10, per la stabilizzazione di terreni costituenti il piano d'appoggio del rilevato;

- CBR = 15, per gli strati di rilevato.

I dosaggi così determinati possono essere modificati (in aumento) per tenere conto delle allee costruttive (spandimento, miscelazione, attese prima del costipamento) ovvero, in presenza di umidità naturali elevate, per ridurre più energicamente il tenore in acqua del terreno.

Tenuto conto del carattere evolutivo della stabilizzazione a calce e della diversa reattività delle argille, a seconda della natura mineralogica, non è conveniente né corretto indicare univocamente l'età alla quale verificare la tenuta all'acqua ed al gelo.

In pratica, considerando due o tre dosaggi in legante, interessa riconoscere il periodo di maturazione necessario perché le miscele acquisiscano sufficiente stabilità, ciò che può dedursi facilmente dall'osservazione della variazione della resistenza meccanica con il periodo di maturazione ( $x = 28$  giorni è generalmente sufficiente per la stabilità all'acqua; mentre, per la tenuta al gelo è necessario considerare un periodo di maturazione più ampio, anche di  $x = 90$  giorni).

I processi di fabbricazione delle miscele debbono avvenire preferibilmente nei luoghi di estrazione (scavi di trincea o cave di prestito). Il trattamento nei luoghi d'impiego non comporta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati e dei sottofondi di trincea), mentre nella formazione di rilevati bisogna curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo di stabilizzazione.

Il trattamento prevede in genere le seguenti fasi operative:

- scasso del terreno con appositi aratri o scarificatrici, per tutto lo spessore da trattare (generalmente non superiore a 30 cm);
- frantumazione delle zolle con erpici a disco oppure con frese (pulvimixer), per rendere la superficie sufficientemente regolare, prima dello spandimento della calce;
- eventuale apporto d'acqua, se è necessario aumentare l'umidità della terra;
- spandimento del legante in polvere mediante adatte macchine spanditrici. Tale operazione deve essere effettuata esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si deve impedire a qualsiasi mezzo, eccetto che a quelli adibiti alla miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato completamente miscelato; inoltre, le spanditrici debbono essere munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità di avanzamento. Il quantitativo di calce necessario al trattamento dell'intero strato, deve essere distribuito in maniera uniforme sulla superficie, prevedendo che ad ogni passaggio della spanditrice non debba essere distribuito più del 2% in peso rispetto alla massa di terra da trattare;
- miscelazione della terra con macchine ad albero orizzontale rotante (pulvimixer), ovvero con erpici a dischi, che permettano una miscelazione omogenea del legante e del terreno sullo spessore considerato. Il numero di passate dipende dalla natura del terreno trattato e dal suo grado di umidità. Si deve garantire un sufficiente sbriciolamento della terra, fino ad ottenere una colorazione uniforme ed una dimensione massima delle zolle non superiore a 40 mm per le bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati, di 30 mm per gli strati di rilevato e di 20 mm per gli strati di sottofondo. Inoltre, nel caso di miscele per strati di rilevato si deve verificare che l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, risulti passante al setaccio con apertura di 4,76 mm.

Il materiale trattato deve essere compattato evitando attese che, se prolungate, portano ad un decadimento delle prestazioni meccaniche a medio e lungo termine delle miscele.

Di conseguenza, è vietato all'Impresa di porre in essere, nell'organizzazione dei lavori, attese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attese prolungate debbono essere allontanate a cura e spese dell'Impresa.

Per gli strati di sottofondo la stesa del materiale deve essere effettuata soltanto mediante motolivellatrici. Per la compattazione si devono utilizzare rulli a piedi costipanti o rulli gommati. Il costipamento deve essere spinto fino ad ottenere per il grado di addensamento i livelli indicati in progetto.

Le operazioni di trattamento e di posa in opera della terra stabilizzata debbono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua del terreno naturale e delle miscele terra calce. Le operazioni vanno sospese se la temperatura ambiente scende sotto i 7 °C.



In corso d'opera il controllo del dosaggio in calce viene effettuato valutando la quantità in peso di legante raccolta entro teli di superficie nota, stesi sull'area da trattare, nonché verificando medianteaste metalliche lo spessore dello strato interessato dal trattamento. La verifica del dosaggio deve essere effettuata per ciascuno strato nella misura di una presa per ogni 300 mc di miscela.

La bontà della miscelazione e la dimensione massima della zolle è valutata mediante setacciatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata mediante l'esame della colorazione delle miscele e, eventualmente, mediante misure di pH su campioni prelevati nella massa dello strato, a differenti profondità.

Le misure di pH per il controllo del dosaggio in calce sono effettuate con frequenza di una prova ogni 1.000 m di materiale trattato.

L'ubicazione dei prelievi e delle prove è scelta ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori.

Il controllo del costipamento degli strati finiti, realizzato mediante misure di densità come sopra specificato, deve rispettare le frequenze previste nella Tabella per gli strati di rilevato e per quelli di sottofondo. Sugli strati finiti possono essere effettuati a discrezione della Direzione dei Lavori prove con piastra per valutare il modulo di deformazione Md. In tale caso, i valori di riferimento debbono essere quelli stabiliti nel corso delle prove preliminari di campo, tenuto conto della destinazione dello strato e della stagionatura (età) delle miscele.

#### **Rilevati con materiali riciclati**

Nella costruzione dei rilevati e degli strati di sottofondo dovranno utilizzarsi preferibilmente materiali riciclati. Si considerano materiali riciclati quelli provenienti da attività di demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 febbraio 1998 e del D.M. 203 dell' 8/5/2003.

I materiali provenienti da attività di costruzione o demolizione sono prevalentemente costituiti da laterizi, murature, frammenti di conglomerati cementizi anche armati, rivestimenti e prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo anche armato, frammenti di sovrastrutture stradali o ferroviarie, intonaci, allettamenti, materiali lapidei provenienti da cave autorizzate o da attività di taglio e lavorazione.

I materiali di scarto provenienti da processi industriali sono prevalentemente costituiti da scorie, loppe d'alto forno, esclusivamente di nuova produzione e, comunque, non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno. I materiali di riuso possono venire miscelati tra loro ed anche con terre naturali, in modo da favorirne il riutilizzo nelle costruzioni stradali con i conseguenti benefici economici ed ambientali.

#### **Nell'ambito dei lavori di cui trattasi non sono ammessi per la formazione di sottofondi e rilevati materiali riciclati contenenti laterizi di qualsiasi genere in percentuale maggiore del 10%.**

Qualificazione: l'intrinseca variabilità di provenienza dei componenti impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti o partite omogenee, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento.

I requisiti di accettazione degli inerti riciclati variano a seconda del campo di impiego distinguendosi nell'ambito dei lavori in appalto:

- impiego nello strato di sottofondo, fino alla profondità di circa 1,00 m a partire dal piano di posa della sovrastruttura;
- impiego per strati di rilevato, per bonifiche del piano di posa e similari.

Gli aggregati riciclati utilizzati nei lavori dovranno essere marcati CE dal produttore, attestandone la produzione in accordo con la Norma Armonizzata EN13242 in vigore al momento dell'utilizzo.

Le caratteristiche prestazionali minime degli aggregati riciclati sono fissate oltre che da tale norma e dalla già citata UNI 11531-1-2014 dall'allegato C alla Circolare del ministero per l'Ambiente n°5205 del 15/7/2005.

In particolare per l'utilizzo nel corpo del rilevato l'aggregato dovrà soddisfare la tabella C1 qui riportata:

Allegato C1 CORPO DEI RILEVATI

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 15% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,6 % in massa
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1 (**)	85 - 100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 60%
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 15%
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	>20
Dimensione massima $D_{max}$	UNI EN 933/1	= 125 mm
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'Al. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(\*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H<sub>2</sub>O.

(\*\*) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm.

Nota 1: La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo scervo di armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti al setaccio da 63 mm.

**Nota 3 (Frequenza delle Prove):** gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m<sup>3</sup>. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Mentre per l'uso nello strato di sottofondo, dovrà rispettare i requisiti della qui riportata tabella C2:

Allegato C2 **SOTTOFONDI STRADALI**

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 10% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 15% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nei sottofondi stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	> 30
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	(UNI EN 1097/2)	≤ 45
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1(**)	= 100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1(**)	≤ 60%
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(**)	> 3/2
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933/1(**)	≤ 15 %
Indice di forma (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/4)	≤ 40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/3)	≤ 35
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'Al. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998
<p>(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H<sub>2</sub>O.</p> <p>(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm. La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).</p> <p><b>Nota 3 (Frequenza delle Prove):</b> gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m<sup>3</sup>. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.</p>		

In caso di utilizzo diverso da quelli sopra ricordati, valgono comunque le altre disposizioni della Circolare 5205.

Ai fini dell'impiego nel corpo stradale, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

#### Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (norma EN 1744-1) deve essere  $\leq 1$  per cento. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere  $\leq 0,5$  per cento.

#### L'impianto di lavorazione

L'impianto di lavorazione, per garantire l'omogeneità e la costanza temporale del lavorazione prodotto, deve essere organizzato in modo tale da:

- consentire il controllo della qualità dei materiali in arrivo, per una verifica delle e dell'idoneità all'utilizzo;
- essere dotato di una zona debitamente attrezzata e delimitata per lo stoccaggio provvisorio del materiale;
- consentire l'alimentazione dell'impianto di trattamento mediante mezzo meccanico (per esempio una pala gommata), evitando che lo stesso venga alimentato direttamente dagli autocarri in arrivo;
- consentire, in uscita dall'alimentatore, il controllo qualitativo dei materiali e, con stoccaggio separato, tramite un by-pass, la successiva eventuale esclusione dal ciclo produttivo del materiale non idoneo e/o pericoloso;
- consentire una prima vagliatura, mediante vibrovaglio, per l'eliminazione della frazione fina, e il convogliamento del materiale nella camera di frantumazione del mulino, in modo da avere la riduzione granulometrica dei detriti ed il perfetto distacco delle armature di acciaio dal calcestruzzo;
- consentire l'individuazione di sostanze pericolose e/o nocive;
- essere dotato d'un secondo deferrizzatore, posto più vicino al nastro (per leparti metalliche minute eventualmente sfuggite al primo deferrizzatore);
- essere dotato d'un vibrovaglio, per la selezione delle frazioni granulometriche. Le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere, ecc...) devono essere, invece, automaticamente separate, anche in più stadi e convogliate in appositi contenitori.

Per garantire la costanza della qualità del prodotto, a prescindere dalle tipologie in alimentazione, l'impianto deve essere strutturato in modo tale da consentire la compensazione di carenze o eccedenze di frazioni granulometriche (dovute al tipo di materiale immesso nel ciclo); ciò, mediante la predisposizione di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente l'intero assortimento granulometrico richiesto.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato dal committente per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo dettagliate al punto 7.1.3 del D.M. 05/02/98, n.72. Ai fini del mantenimento degli standards qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuate visite di efficienza dell'impianto ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale lavorato e comunque almeno una ogni sei mesi.

Le singole partite di prodotto, o lotti, devono essere stoccate su un piano di posa stabile, pulito, regolare e ben drenato, in modo che risultino ben separate e distinguibili le une dalle altre. Le partite hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 mc.

L'accumulazione del materiale può avvenire, per ciascuna partita:

- in cumuli di forma conica o simili, costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti destinati ad evitare la segregazione granulometrica od a favorire la miscelazione degli apporti;
- in cumuli piatti ed estesi, a superficie superiore piana ed orizzontale; in tal caso possono essere sovrapposte partite diverse, purché la base di appoggio della partita sovrastante sia interamente interna, con adeguato margine, alla superficie superiore della partita sottostante;
- con accorgimenti e modalità distributive che consentano di garantire elevati livelli di omogeneità

granulometrica e di composizione;

– in volumi predisposti per un sistema di asportazione automaticamente omogeneizzante.

Eccezionalmente, una partita può essere costituita dal solo contenuto nel singolo veicolo impiegato per il trasporto.

Durante l'esecuzione delle campionature devono essere annotate e riportate in apposito verbale di prelevamento tutte le notizie che possono concorrere a fornire utili indicazioni sulla rappresentatività dei prelevamenti stessi, sulla loro ubicazione e sulle condizioni dei materiali.

Ciascun campione deve essere tenuto separato dagli altri, chiuso in un contenitore contraddistinto da etichetta chiara ed inalterabile, quindi trasportato, adottando precauzioni idonee ad evitare l'alterazione delle caratteristiche del materiale, la variazione della granulometria, la segregazione e la perdita di materiale fino.

**Prelievo dei campioni da cumuli conici o simili**

Quando il materiale sia disposto in cumuli costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti, il prelievo dei campioni deve essere eseguito come segue:

– se il materiale si presenta sufficientemente uniforme, si preleveranno almeno cinque campioni, del peso minimo di 50 kg, da parti diverse ed a differente quota del cumulo, adottando le accortezze previste dalla norma CNR 25/1972 par.6 e curando di ottenere la migliore rappresentatività possibile per i differenti tempi di costituzione del cumulo;

– se nello stesso cumulo il materiale presenta evidenti sensibili disuniformità, sia di colore, sia di granulometria, sia per altri caratteri di immediata evidenza, si devono prelevare distinti campioni in corrispondenza alle notate disuniformità, in numero almeno pari alle zone di diverse caratteristiche e, comunque, non inferiori a sei.

**Prelievo dei campioni da cumuli piatti ed estesi**

L'accumulazione in strati orizzontali è da preferire in quanto contribuisce a prevenire i fenomeni di segregazione che si verificano nei cumuli conici o piramidali. Il cumulo piatto ed esteso, costituente una singola partita, deve avere altezza massima di 3.00 m.

Individuato approssimativamente il baricentro della superficie superiore del lotto da saggiare, si eseguono i prelievi, in numero non inferiore a quello indicato nella Tabella 1.9, in punti opportunamente prescelti su una spirale avente origine nel baricentro in modo da evidenziare eventuali disuniformità.

Tabella 1.9	Campionatura da cumuli piatti		
Volume del cumulo piatto (m <sup>3</sup> )	< 500	500 - 1.000	1.000 – 3.000
Numero minimo campioni	3	4	5

Ciascun campione, del peso minimo di 50 kg, deve essere rappresentativo del materiale presente in tutto lo spessore del cumulo piatto, per altezze del cumulo inferiori a 3 metri. Per altezze superiori, in ognuno dei punti di prelievo va prelevato un ogni 3 metri o frazione.

**Prelievo dei campioni da partite omogeneizzate in fase di formazione**

Se le partite vengono disposte in cumuli piatti ed estesi ed omogeneizzate in modo automatico durante la loro formazione, la campionatura può essere effettuata progressivamente e contestualmente alla formazione, purché si adottino sistemi automatici atti a garantire la rappresentatività e la non alterabilità del prelievo. In tale caso il campione globale deve essere suddiviso in parti corrispondenti ad afflussi relativi al massimo a 3 metri di cumulo; ciascuna parte va ridotta, poi, per quartatura al peso minimo di circa 50 kg del campione da sottoporre a prova.

In alternativa possono essere eseguiti prelievi dopo aver terminato la formazione del cumulo, secondo la procedura più idonea tra quelle indicate nei paragrafi precedenti.

Prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto

Qualora si renda necessario eseguire il prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto del materiale, si procede, per ciascun veicolo, secondo la procedura e con le cautele indicate dalla norma UNI EN 932-1. I singoli campioni, del peso minimo di circa 50 kg devono essere tenuti separati e sottoposti separatamente a prova.

Un impianto di trattamento dei materiali provenienti da riciclo può essere qualificato a “prodotto costante” se, oltre a quanto sopra descritto per l'impianto di lavorazione, permette di:

- separare automaticamente, anche in più stadi, e convogliare in appositi contenitori le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere ecc.);
- compensare carenze o eccedenze di frazioni granulometriche, dovute al materiale immesso nel ciclo, mediante la presenza di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente un assortimento granulometrico costante.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato. Ai fini del mantenimento degli standard qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuati controlli dell'impianto ogni 20.000 mc di materiale lavorato e, comunque, almeno una ogni 6 mesi da parte di un Laboratorio accreditato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il numero di prelievi e di prove potrà essere dimezzato, se, per un anno di osservazioni e per un volume sottoposto a test di almeno 4000 mc al mese per ciascuna delle dichiarate tipologie di impiego, i risultati delle prove di caratterizzazione hanno evidenziato una costanza di risultati conformi alle specifiche.

Qualora l'impianto sia anche dotato di laboratorio interno, i campioni, sempre dopo un anno di positiva e documentata sperimentazione, possono essere preparati in doppia serie a cura del laboratorio accreditato. La prima serie sarà sottoposta a prova dal laboratorio interno; della seconda serie il laboratorio accreditato sottoporrà a prova un campione ogni 10 o frazione.

Tutti i risultati di ciascuna serie di prove eseguite nel laboratorio interno, completi del verbale di esecuzione del prelievo, possono essere approvati se, prescelto a caso 1 campione su 10, i risultati dei due laboratori non differiscono di più della ripetibilità della singola prova, definita ufficialmente o, in mancanza, determinata nel corso della sperimentazione. In caso di positivo riscontro delle prove nel laboratorio interno, le medesime avranno piena vigenza per tutto l'anno successivo, mantenendosi la cadenza annuale per i controlli comparativi da parte del laboratorio accreditato.

Accettazione

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle partite che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della partita proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Ad ogni mutazione delle caratteristiche della partita, sia per provenienza dei materiali sia per tecnica di miscelazione, andrà ripetuta la documentazione di qualifica del materiale.

Posa in opera

Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore (in genere non superiori a 30 cm) e costipato mediante rullatura leggera. La superficie degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi.

Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti.

Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre.

Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in

senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Il piano particolare delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

#### Controlli prestazionali

I controlli di compattazione, di portanza e di regolarità dei piani finiti, salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progettazione, sono conformi a quelli previsti per le terre naturali.

Ogni 1.000 mc di materiale steso in opera, si deve verificare che le caratteristiche del prodotto fornito rispettino i requisiti di qualificazione fisico – meccanica riportati nelle tabelle 1.5 – 1.6 – 1.7 - 1.8.

#### Campo prova

Un prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve essere predisposta quando l'impiego dei materiali riciclati per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati supera complessivamente il volume di 10.000 m<sup>3</sup> o anche per volumi inferiori di inerti da riciclo il campo prova va predisposto quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difforni dalle specifiche di Tabelle 1.5 – 1.6 – 1.7 – 1.8, o quando in progetto siano state indicate tipologie di inerti da riciclo differenti da quelle effettivamente reperite in zona.

Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione Md (CNR 146/92); le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della densità in sito, del contenuto d'acqua nella porzione di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli strati finiti.

#### Sottofondo

Il sottofondo è il volume di terra nel quale risultano ancora sensibili le sollecitazioni indotte dal traffico stradale e trasmesse dalla pavimentazione; rappresenta la zona di transizione fra il terreno in sito (nelle sezioni in trincea o a raso campagna) ovvero tra il rilevato e la pavimentazione.

Per assicurare i requisiti richiesti ai sottofondi delle pavimentazioni stradali, particolarmente per quanto riguarda la portanza (nello spazio e nel tempo) e la regolarità della superficie finita, è necessario prevedere la sistemazione dei sottofondi, generalmente, mediante la realizzazione di uno strato di caratteristiche idonee a coniugare le imperfezioni e l'eterogeneità dei movimenti di terra con l'omogeneità richiesta, invece, per la posa in opera della pavimentazione.

Questo strato (strato più superficiale del rilevato o bonifica del fondo naturale di trincea su cui poggia la pavimentazione), detto "strato di sottofondo" deve consentire, inoltre, per mezzo delle sue proprietà fisiche e meccaniche e tenuto conto dello spessore:

- di conferire al supporto della pavimentazione, in ogni suo punto, una portanza sufficiente a garantire i livelli di stabilità e di funzionalità ammessi in progetto per la soprastruttura (omogeneizzazione della portanza);

- di proteggere, in fase di costruzione, gli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua di pioggia e, durante l'esercizio, lo strato di fondazione soprastante dalle risalite di fino inquinante; quest'ultima funzione può essere assegnata ad uno strato ad hoc (in sabbia) o ad un geotessile non tessuto.

In termini generali, lo spessore totale dello strato di sottofondo (da realizzare, a seconda dei casi, con la stesa ed il costipamento di uno o più strati) dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella assunta in progetto per il piano di posa della soprastruttura.

Per la scelta del materiale e per i provvedimenti costruttivi occorre tenere conto, inoltre, dei rischi d'imbibizione dello strato (derivanti dalla presenza di una falda superficiale), delle condizioni climatiche previste in fase costruttiva (precipitazioni) ed in fase di esercizio (gelo), nonché del prevedibile traffico dei mezzi di cantiere e delle necessità connesse alla costruzione della pavimentazione.

#### Materiali costituenti

Anche per i sottofondi si utilizzeranno preferibilmente materiali riciclati di caratteristiche prestazionali come sopra definite. Per la formulazione del programma dettagliato delle lavorazioni dei movimenti di terra occorre considerare che non tutti i materiali adottati per la costruzione dei rilevati possono essere impiegati per realizzare strati di sottofondo:

- in ogni caso, la regolarità richiesta per il piano di posa della pavimentazione porta ad escludere materiali con elementi maggiori di  $D=63$  mm;
- nel caso in cui si impieghino materiali non legati, per ottenere le proprietà meccaniche e l'impermeabilità richieste per gli strati, occorre utilizzare terre granulari, con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente da elementi a spigoli vivi, dotate di poco fino (passante allo 0,075 mm minore del 12%) e non plastiche ( $IP < 6$ ).

I tout-venant di cava ed i misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente), con granulometria 0/100 mm ben assortita, appartenenti al gruppo A1-a della classificazione CNR-UNI 10006, si prestano bene a costituire ottimi strati di sottofondo.

Fatte salve soluzioni differenti da giustificarsi sotto il profilo tecnico ed economico, possono essere impiegate, altresì, anche senza trattamento con legante, terre con indice di gruppo  $IG = 0$ , purché prive di elementi maggiori di  $D > 100$  mm e rispondenti ai requisiti di portanza appresso indicati.

Inoltre, nel rispetto delle dimensioni massime sopra specificate, possono essere impiegate:

- terre dei gruppi A1-b, A2-4 ed A2-5, con passante allo 0.075 mm maggiore del 12%, previa stabilizzazione a cemento od a calce-cemento;
- terre dei gruppi A2-6 ed A2-7 con una percentuale di fino maggiore al 5% previa stabilizzazione mista (a calce e cemento) od a sola calce.
- limi dei gruppi A4 ed A5 previa stabilizzazione a calce e cemento, nonché le argille dei gruppi A6 ed A7, dotate di plasticità non eccessivamente elevata ( $IP < 25\%$ ), previa stabilizzazione con sola calce.

Nel caso in cui le prove di portanza CBR di laboratorio risultino significative (materiale con dimensioni inferiori a 20 mm), l'idoneità all'impiego della terra può essere accettata se essa presenta valori di indice di portanza CBR (energia AASHO Modificata) non inferiori a quanto appresso specificato:

- a) nel caso di sottofondi costituiti da terreni granulari, clima asciutto, assenza di rischi d'imbibizione per infiltrazione laterale o dall'alto o per risalita capillare:  
 $CBR = 20$  ( $w = w_{opt} \pm 2\%$ ; senza immersione);
- b) per sottofondi costituiti da terreni granulari, nel caso in cui una delle condizioni sopracitate venga a mancare:  
 $CBR = 20$  ( $w = w_{opt} \pm 2\%$ ; 4 giorni di immersione);
- c) nel caso di sottofondi costituiti da terreni limo-argillosi o in presenza di drenaggi insufficienti:

Infine, possono essere utilizzate per la formazione degli strati di sottofondo terre stabilizzate a cemento, a calce o a calce e cemento, e materiali provenienti da demolizione, nonché rocce tenere in disfacimento e/o autocementanti.

In questi ultimi casi, l'attitudine all'impiego deve essere valutata o mediante prove CBR di laboratorio, verificando il rispetto dei valori di portanza sopra indicati, ovvero attraverso misure di modulo di deformazione  $M_d$  sugli strati posti in opera, nel rispetto dei requisiti indicati in Tabella 1.11.

Per un rapido allontanamento delle acque meteoriche i piani di sottofondo debbono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%.

#### Controlli

##### Controllo delle forniture

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati in terra, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per evidenziare che non abbiano a verificarsi derive nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei lavori.



**E' sempre facoltà della D.L. impartire disposizioni più restrittive aumentando il numero di controlli rispetto a quanto riportato nei prossimi paragrafi senza che questo possa dare adito all'impresa per chiedere il riconoscimento di maggiori oneri.**

Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei terreni interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri minimi quantitativi riportati nella Tabella 1.10.

<b>Tabella 1.10</b>		<b>Frequenza dei controlli delle forniture dei materiali (una prova ogni ... m<sup>3</sup>)</b>		
Destinazione	Rilevato		Sottofondo - Stabilizzato	
Tipo di prova	Primi 10000 m <sup>3</sup>	Ulteriori m <sup>3</sup>	Primi 5000 m <sup>3</sup>	Ulteriori m <sup>3</sup>
Classificazione	2.000 m <sup>3</sup>	5.000 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>	2.000 m <sup>3</sup>
Umidità naturale	500 m <sup>3</sup>	1.000 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>
Costipamento	5.000 m <sup>3</sup>	10.000 m <sup>3</sup>	1.000 m <sup>3</sup>	5.000 m <sup>3</sup>

Controllo della densità e della portanza

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO di laboratorio, e/o attraverso il controllo della capacità portante.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione Md, al primo ciclo di carico, secondo quanto previsto dalla norma CNR 146/92.

Il controllo mediante misure di densità in sito può essere applicato soltanto se, come previsto dalla norma CNR 69/1978, la frazione di materiale trattenuta al crivello 25 UNI 2334 non supera il 35% della massa totale.

In questo caso le prove di controllo in cantiere riguardano:

- misure di umidità dei materiali compattati, secondo la norma CNR-UNI 10008/63;
- misure di massa volumica (densità) apparente.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di densità, per valutare il grado di costipamento si possono realizzare prove di modulo a doppio ciclo di carico (CNR 146/92).

La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni modo, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato; inoltre, essa risulta necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

In alternativa, od anche ad integrazione delle misure di modulo di deformazione, il controllo della portanza degli strati finiti può essere effettuato mediante misure di deflessione, operando con la trave di Benkelmann (CNR 141/92) o con mezzi ad elevato rendimento. Le soglie da raggiungere debbono essere determinate, preliminarmente, sulla base delle correlazioni stabilite in campo prova tra il parametro misurato in questi casi ed il modulo di deformazione, tenuto conto della struttura e della natura della terra in questione.

Le misure di deflessione (anche quelle puntuali) risultano, generalmente, più rapide dalle misure di modulo di deformazione e, pertanto, si prestano bene se occorre determinare la distribuzione spaziale della portanza dei sottofondi realizzati ed il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza.

**Livelli prestazionali**

Nella Tabella 1.11 sono riassunti i livelli minimi delle prestazioni richieste ai differenti strati posti in opera, in relazione alla loro posizione ed al tipo di strada.

Per gli strati di sottofondo, tenuto conto delle situazioni localmente presenti, possono assumersi soglie minime diverse da quelle riportate nella tabella, purché considerate nel progetto della pavimentazione e giustificate sotto il profilo tecnico-economico.

Dato che la portanza di una terra dipende dal suo contenuto d'acqua in misura più o meno grande in relazione alla natura della terra stessa, i livelli prestazionali indicati nella Tabella 1.11 si riferiscono a contenuti d'acqua compresi tutti nell'intervallo:

$$w_{\text{opt}} - 2,0\% < w < w_{\text{opt}} + 2,0\% \quad (w_{\text{opt}}, \text{ da prove AASHO di laboratorio})$$

Se il contenuto d'acqua del materiale al momento delle prove dovesse risultare esterno all'intervallo sopra specificato, la capacità portante può essere stimata a partire dalle misure effettuate e tenendo opportunamente conto dell'influenza dell'umidità. Ciò richiede che per il dato materiale siano determinate preliminarmente nel rilevato di prova le correlazioni tra la capacità portante e l'umidità del materiale.

Quando le suddette correlazioni non siano state determinate, nel caso delle prove di carico con piastra (o di deflessione) occorre ricondurre il contenuto d'acqua del materiale (per uno spessore di almeno 15 cm) all'interno dell'intervallo sopraindicato.

<b>Tabella 1.11 Criteri di qualità e requisiti per gli strati di rilevato e di sottofondo</b>				
<b>STRATO</b>	<b>Tipo di Strada <sup>(3)</sup></b>	<b>Grado d'addensamento % <math>\gamma_{s \text{ max}}</math> di laboratorio</b>	<b>Modulo di deformazione Md [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b><math>\Delta h</math> <sup>(4)</sup> [mm]</b>
<b>Sottofondo <sup>(1)</sup></b>	<b>Autostrade ed Extraurbane principali</b>	<b><math>\geq 95</math> % AASHO Mod</b>	<b><math>\geq 50</math></b>	<b><math>\leq 2,3</math></b>
	<b>Altre</b>	<b><math>\geq 100</math> % AASHO St.</b>	<b><math>\geq 50</math></b>	<b><math>\leq 2,3</math></b>
<b>Rilevato <sup>(2)</sup></b>	<b>Autostrade ed Extraurbane principali</b>	<b><math>\geq 92</math> % AASHO Mod</b>	<b><math>\geq 30</math></b>	<b><math>&lt; 4,0</math></b>
	<b>Altre</b>	<b><math>\geq 97</math> % AASHO St.</b>	<b><math>\geq 25</math></b>	<b><math>&lt; 5,0</math></b>

(1) In trincea, in tutto lo spessore dello strato di bonifica del sottofondo; in rilevato, nello strato superiore fino ad 1,0 m dal piano di sottofondo;

(2) Strati posti a più di 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione;

(3) Tipi di strada secondo il Codice della Strada (Dlgs. 285/92);

(4) Cedimento permanente ( $\Delta h$ ) misurato dopo passaggio di un autocarro con asse posteriore di 10 t, secondo la norma SNV 670365.

Per i materiali a granulometria grossolana, per i quali non è possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHO di laboratorio, come pure nel caso in cui non sia possibile procedere a misure di modulo di deformazione Md (presenza di blocchi e/o elementi di grossa dimensione), il controllo degli strati finiti può essere effettuato in modo rapido, mediante misure del cedimento permanente ( $\Delta h$ ) prodotto dal passaggio di un autocarro con asse posteriore di 10 t, in accordo alla norma SNV 670 365.

I valori ammissibili del cedimento permanente sono riportati nella Tabella 1.11.

Inoltre, trattandosi di misure ad elevato rendimento, le prove con autocarro con asse di 10 t sono convenientemente predisposte per ottenere una rappresentazione della variazione della portanza dei sottofondi sull'intera estensione della strada, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale, se ciò è

ritenuto necessario, come nel caso degli ampliamenti e delle sezioni di mezza costa.

Le misure di cedimento permanente sono di base per la scelta dei punti in cui effettuare misure del modulo di deformazione  $M_d$  e, quindi, sulla scorta dei risultati del modulo, per il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza dei sottofondi.

Le prove di controllo sono effettuate nei posti indicati dalla Direzione Lavori e formano oggetto di apposito verbale.

### Numero di prove di controllo

Salvo diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in Tab. 1.12.

Tabella 1.12		Frequenza dei controlli sugli strati finiti			
Tipo di prova	RILEVATO		SOTTOFONDO - STABILIZZATO		
	Primi 5.000 m <sup>3</sup>	Ulteriori m <sup>3</sup>	Primi 5.000 m <sup>2</sup>	Ulteriori m <sup>2</sup>	Superficie m <sup>2</sup>
Densità	una prova ogni 500–1.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 3000-5.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 350–500 m <sup>2</sup>	una prova ogni 1000 m <sup>2</sup>	-
Modulo $M_d$	una prova ogni 1.000-1500 m <sup>3</sup>	una prova ogni 5000 m <sup>3</sup>	-	-	una prova ogni 1000 -2000 m <sup>2</sup>

### Tolleranze sui risultati

Per ciascun tipo di prova di controllo, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella Tabella 1.11.

Negli altri casi si può accettare che su 5 risultati d'una stessa prova di controllo una possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento di tal valori non ecceda:

- il 5%, per le misure di densità secca  $\gamma_s$ ;
- il 10%, per le misure di portanza (modulo  $M_d$  o altra grandezza).

A lavoro ultimato densità e portanza dovranno essere quelle richieste dalle presenti specifiche. Per carenze superiori o uguali a quelle su riportate la porzione di opera interessata dovrà essere demolita e ricostruita.

### Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

L'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione sui piani finiti:

- $\pm 2\%$  per la pendenza delle scarpate di trincea e di rilevato;
- $\pm 3$  cm, per i piani di sottofondo;
- $\pm 5$  cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;
- $\pm 10$  cm, per i piani delle scarpate, sia nel caso vengano rivestite con terra vegetale, sia in caso contrario.

La misura delle tolleranze va eseguita mediante regolo di 4 m di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati.

I controlli di esecuzione sono effettuati di norma:

- ogni 500 mq, per le scarpate ed i piani di appoggio degli strati di sottofondo
- ogni 200 mq, per i piani di posa della pavimentazione.

## STRATI DI FONDAZIONE DI SOVRASTRUTTURE STRADALI

Lo strato di fondazione di sovrastrutture stradali viene in genere realizzato con **misto granulare non legato** che può essere costituito anche da inerti granulari riciclati. Il misto granulare riciclato è una miscela selezionata di aggregati riciclati, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.

### Requisiti

Il materiale stabilizzato utilizzato per lo strato di fondazione dovrà rispettare i requisiti di cui alla UNI 11531-1-2014.

La compattazione sarà eseguita a mezzo di idonee macchine, fino ad ottenere il 95% della prova AASHO modificata. Sono sempre compresi: l'umidificazione con acqua; le successive prove di laboratorio. Lo spessore medio sarà variabile.

Il fuso granulometrico, dovrà rispettare le seguenti caratteristiche:

- 2" Setaccio mm 50,8 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 100;
- 1" 1/2 Setaccio mm 38,1 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 70-100;
- 1" Setaccio mm 25,4 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 55-85;
- 3/4" Setaccio mm 19,1 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 50-80;
- 3/8" Setaccio mm 9,52 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 40-70 - n.4 serie ASTM;
- Setaccio mm 4,76 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 30-60 - n.10 serie ASTM;
- Setaccio mm 2,00 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 20-50 - n.40 serie ASTM;
- Setaccio mm 0,42 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 10-30 - n.200 serie ASTM;
- Setaccio mm 0,074 - Percentuale, in peso del passante al setaccio a maglie quadro mm 5-15.

Detti materiali devono essere esenti da qualsiasi materia vegetale o grumi d'argilla. La percentuale d'usura dei materiali interni grossolani non deve essere superiore a 50 dopo 500 rivoluzioni dell'apparecchiatura prevista dalla prova AASHO 96. Le percentuali granulometriche riportate nella precedente tabella in base alle prescrizioni della AASHO T88-57 dovranno potersi applicare al materiale inerte tanto dopo il suo impiego sulla strada, quanto nel corso delle prove effettuate alla cava di prestito o alle altre fonti di provenienza. Il passante al setaccio n.200 non deve superare la metà del passante al setaccio n.40. Il passante al setaccio n.40 deve avere un limite liquido non superiore a 25 ed un indice plastico non superiore a 4. La miscela deve avere un valore C.B.R. saturo non inferiore all'80%.

Subito dopo il livellamento finale e lo spianamento, ogni strato sarà costipato su tutta la sua larghezza fino a raggiungere il 95% della densità massima AASHO modificata. Ogni strato avrà spessore non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm ed a compattazione avvenuta il piano si dovrà presentare uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. La stesa dovrà essere effettuata con finitrice o con grader con sistema di livellamento laser.

In caso di pioggia tutte le attività sono sospese. Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo o al passaggio dei mezzi di cantiere, esso deve essere rimosso e ricostruito a spese dell'Appaltatore.

La compattazione avverrà tramite rulli vibranti, rulli gommati o combinati in relazione al materiale ed allo spessore dello strato. A tal fine è richiesta una o più prove sperimentali in situ per definire il mezzo più adatto e l'esatto numero di passate.

La fondazione dovrà seguire le quote, gli spessori e le pendenze di progetto. A lavoro ultimato densità e portanza dovranno essere quelle richieste dalle presenti specifiche. Per carenze inferiori al 20% dei valori richiesti si procederà a pari detrazione economica, per carenze superiori al 20% il tratto interessato dovrà essere demolito e ricostruito.

Il misto granulare per strati di fondazione se costituito da aggregati riciclati dovrà possedere inoltre i requisiti di composizione indicati nella Tabella Allegato C3 alla Circolare 5205:

## Allegato C3 STRATI DI FONDAZIONE

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285)	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 5% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 5 % in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi o fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Passante al setaccio da 40 mm	UNI EN 933/1(*)	100%
Passante al setaccio da 20mm	UNI EN 933/1(*)	>61%; <79%
Passante al setaccio da 10mm	UNI EN 933/1(*)	>41%; <64%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1(*)	>31%; <49%
Passante al setaccio da 2 mm	UNI EN 933/1(*)	>22%; <36%
Passante al setaccio da 1 mm	UNI EN 933/1(*)	>13%; <30%
Passante al setaccio da 0,5 mm	UNI EN 933/1(*)	>10%; <20%
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(*)	≤ 10%
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(*)	> 3/2
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	>30
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	UNI EN 1097/2	≤ 30
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933/4	≤ 40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933/3	≤ 35
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'Al. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(\*) La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 1: L'indice portante CBR della miscela, determinato in laboratorio (secondo la CNR UNI 10009 (prEN 13286/47)) su campioni costipati al 94% della massa volumica max AASHTO Mod. con umidità compresa entro il ± 2% del valore ottimo, dovrà avere, sia immediatamente dopo il costipamento, sia dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, un valore non inferiore a 30.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m<sup>3</sup>. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato finito ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0,063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm deve essere inferiore a 2/3.

La produzione di materiale finissimo per effetto del costipamento con energia AASHO Modificata, effettuato nell'intervallo di umidità ± 2 % rispetto all'umidità ottima wott (determinata con la stessa prova di costipamento AASHO Mod.) e valutata tramite la differenza della percentuale di passante al setaccio UNI

EN 0,063 mm prima e dopo il costipamento, non dovrà essere superiore al 5%.

L'indice di portanza CBR (CNR-UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (determinato sul materiale passante al setaccio UNI EN 20 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione in fase di Progetto della stessa ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2$  % rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. previste dal D.M. 05/02/98, n. 72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802/2002).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere  $\leq 1$  %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c. a., tale valore deve essere  $\leq 0,5$  %.

### **Accettazione**

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione delle miscele di aggregati riciclati che intende utilizzare tramite certificazioni attestanti i requisiti prescritti al §6.2. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio specializzato e deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR B.U. n. 69/78 o UNI EN 13286-2/2005).

Una volta che lo studio delle miscele sia stato accettato da parte della Direzione Lavori, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

### **Confezionamento**

L'Impresa deve indicare, per iscritto, gli impianti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con indicazione dei provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

### **Posa in opera**

Il piano di posa dello strato di fondazione in misto granulare deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza previsti nel Progetto ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non manifestare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della massa volumica, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato.

Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di dannidovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante sperimentazione su campo prova, usando le miscele messe a punto per lo specifico cantiere. Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere un grado di addensamento non inferiore ai valori indicati nella successiva Tabella.

### **Controllo delle forniture**

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per accertare che non abbiano a verificarsi variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei

Lavori.

Per la realizzazione di strade non si accetta l'utilizzo di misti granulari riciclati, per altre realizzazioni valgono le successive prescrizioni.

Il controllo della qualità dei misti granulari riciclati, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei materiali interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella Tabella 6.5 per ogni tipo di controllo da effettuare, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

La granulometria del misto granulare riciclato deve essere verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito al momento della posa in opera. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  punti e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fine. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato (cfr Tabella). L'equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) dell'aggregato fino deve essere verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

### **Controlli prestazionali sugli strati finiti**

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO Mod. di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante.

Il controllo mediante misure di massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n.22/72) può essere effettuato soltanto se, come previsto dalla norma CNR B.U. n.69/1978, la frazione di materiale trattenuta al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale. In questo caso il controllo può essere effettuato previa correzione della massa volumica del secco in sito per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm, determinando la massa volumica in sito tramite la relazione:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92) per la determinazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M'_d$ . La determinazione del modulo  $M'_d$  al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione  $M'_d$  al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione  $M_d$  al primo ciclo di carico non dovrà, almeno nel 95% delle determinazioni, essere superiore ai limiti previsti nella Tabella 6.6 per i rispettivi livelli di traffico.

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano non inferiori a quelle indicate nel Progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al §6.3. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire parametri di controllo identici o comunque direttamente confrontabili con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove puntuali (prove di carico con piastra secondo la Norma CNR B.U. n. 146/92) sia prove ad elevato rendimento (con il Falling Weight Deflectometer - ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico equivalente "E". In ogni caso i valori dei moduli di deformazione  $M_d$  (valutati attraverso prova di carico con piastra al primo ciclo di carico nell'intervallo tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>) ed i valori dei moduli elastici equivalenti "E" non dovranno essere inferiore ai valori limite riportati nella Tabella 6.6. Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti tutti i valori di portanza dello strato di fondazione

dovranno essere non inferiori ai valori limite previsti.

A discrezione della Direzione Lavori possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per ciascun tipo di prova, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella seguente Tabella.

Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori non ecceda:

- il 3%, per la misura del grado di addensamento;
- il 5%, per le misure dei moduli Md e Md'.

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo "E" ricavata da almeno 20 determinazioni non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 15%.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto in Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati nella seguente Tabella:

**Frequenza dei controlli e requisiti prestazionali degli strati  
di fondazione stradale realizzati con misti granulari**

Controllo	Traffico		Frequenza
	PP o P	M o L	
<b>Grado di addensamento</b> $\frac{\rho_d}{\rho_{dmax}}$ , laboratorio [%]	≥ 98 % AASHO Mod.	□ 95 % AASHO Mod.	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
<b>Rapporto Md' / Md</b>	≤ 2,0	≤ 2,3	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
<b>Modulo di deformazione Md</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 100 (o della prestazione prevista in Progetto)	≥ 80 (o della prestazione prevista in Progetto)	Ogni 1.000 m <sup>2</sup> di stesa
<b>Modulo elastico equivalente E</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	≥ 190 (o della prestazione prevista in Progetto)	≥ 150 (o della prestazione prevista in Progetto)	Ogni 100 m di fascia stesa
<b>Spessore degli strati</b>	spessore di Progetto	spessore di Progetto	Ogni 100 m di fascia stesa
<b>Scostamento con regolo da 4 m</b>	< 10 mm dai piani di Progetto	< 10 mm dai piani di Progetto	Ogni 100 m di fascia stesa



**Strati di fondazione in misto cementato**

Il misto cementato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento). La miscela deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo. In linea generale la preparazione del materiale sarà fatta in idonea centrale di betonaggio.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

**Inerti**

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

- a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso
crivello 40	100
crivello 30	80 - 100
crivello 25	72 - 90
crivello 15	53 - 70
crivello 10	40 - 55
crivello 5	28 - 40
setaccio 2	18 - 30
setaccio 0,4	8 - 18
setaccio 0,18	6 - 14
setaccio 0,075	5 - 10

c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;

d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30 - 60;

indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

**Legante**

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

**Acqua**

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 - 1978) con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

#### Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51±0,5 mm, peso pestello 4,535±0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### Modalità esecutive - Confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

#### Posa in opera

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

#### Protezione superficiale

Appena completati il costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

#### Requisiti di accettazione

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al passante al crivello n°5 e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione precedentemente esposta (stabilizzati), oppure con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

## **SMALTIMENTO RIFIUTI**

Normativa di riferimento

- Decreto ministeriale 11 maggio 2015, n. 82 – Ministero della difesa - Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici, ai sensi dell'articolo1, comma 2, della Legge 1° ottobre 2012, n.177.

- Decreto Direttoriale del 7 ottobre 2013 n. 4522 Normativa nazionale - Programma nazionale di prevenzione dei rifiuti

- Decreto Legge del 14 gennaio 2013, n. 1 convertito in legge dalla Legge 1 febbraio 2013 n.11 – Normativa nazionale -

- Legge 1 febbraio 2013, n. 11 conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 gennaio 2013, n. 1, recante disposizioni urgenti per il superamento di situazioni di criticità nella gestione dei rifiuti e di taluni fenomeni di inquinamento ambientale.

- Decreto Legge N. 2 del 25 gennaio 2012 - Misure straordinarie e urgenti in materia ambientale.

- Decreto Legislativo N. 186 del 27 ottobre 2011 - Disciplina sanzionatoria per la violazione delle disposizioni del regolamento (CE) n. 1272/2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio di sostanze e miscele, che modifica ed abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che modifica il regolamento (CE) n. 1907/2006.

La normativa di riferimento a livello nazionale in materia di rifiuti è rappresentata dal Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, emanato in attuazione della Legge 308/2004 "delega ambientale" e recante "norme in materia ambientale".

Tale decreto dedica la parte IV alle "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati" (articoli 177 – 266) ed ha abrogato una serie di provvedimenti precedenti tra cui il Decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997, cosiddetto Decreto "Ronchi", che fino alla data di entrata in vigore del D.lgs. 152/06 ha rappresentato la legge quadro di riferimento in materia di rifiuti. La gerarchia di gestione dei rifiuti è disciplinata dall'art. 179 del D.Lgs. 152/06 "Criteri di priorità nella gestione dei rifiuti" che stabilisce quali misure prioritarie la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti seguite da misure dirette quali il recupero dei rifiuti mediante riciclo, il riutilizzo o ogni altra azione intesa a ottenere materie prime secondarie, nonché all'uso di rifiuti come fonte di energia.

Il decreto quindi persegue la linea già definita dal Decreto "Ronchi", per priorità della prevenzione e della riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti, a cui seguono solo successivamente il recupero (di materia e di energia) e quindi, come fase residuale dell'intera gestione, lo smaltimento (messa in discarica ed incenerimento).

La classificazione dei rifiuti presente nel D.lgs. 152/06 distingue i rifiuti secondo l'origine in rifiuti urbani e rifiuti speciali, secondo le caratteristiche di pericolosità in rifiuti pericolosi e non pericolosi

**CODICI CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti)**

A partire dal 1 giugno 2015, ai fini della codifica dei rifiuti, si deve far riferimento esclusivamente al nuovo

Catalogo Europeo dei Rifiuti, di cui alla Decisione 2014/955/Ue

#### NUOVA CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI

Dal 1 giugno 2015 deve altresì essere applicato il Regolamento 1357/2014/Ue, che riscrive le caratteristiche di pericolo dei rifiuti. Tale Regolamento modifica consistentemente i criteri di classificazione dei rifiuti speciali, coordinandoli con le disposizioni contenute nel Regolamento 1272/2008 sulla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele (c.d. Regolamento CLP).

CER da riportare sulla scheda SISTRI (o formulario di identificazione rifiuto) e sul registro cronologico (o registro di carico e scarico rifiuti)

- D.P.R. 14 settembre 2011, n. 177 - Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti, a norma dell'articolo 6, comma 8, lettera g), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81
- Decreto Ministeriale 22 Dicembre 2010: Modifiche ed integrazioni al Decreto 17 Dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti.
- Decreto Legislativo 3 Dicembre 2010 n. 205: Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive.
- Decreto Ministeriale 9 Luglio 2010 (Ministero dell'ambiente e della tutela e del territorio e del mare) Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'articolo 14-bis del decreto-legge n. 78 del 2009, convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009. (10A08554) (GU n. 161 del 13-7-2010).
- Decreto Ministeriale 17 Dicembre 2009 (Ministero dell'ambiente e della tutela e del territorio e del mare) Istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'art. 189 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e dell'art. 14-bis del decreto-legge n. 78 del 2009 convertito, con modificazioni, dalla legge n. 102 del 2009. Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi sui rifiuti di imballaggio.
- D.P.R. 15 Luglio 2003 n. 254 - Regolamento recante disciplina della gestione dei rifiuti sanitari a norma dell'articolo 24 della legge 31 luglio 2002, n. 179
- Decreto Legislativo N. 36 del 13 gennaio 2003 - Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio 09 aprile 2002. Indicazioni per la corretta e piena applicazione del regolamento comunitario n. 2557/2001 sulle spedizioni di rifiuti e in relazione al nuovo elenco dei rifiuti
- Decisione 16 gennaio 2001 (2001/118/CE), modificata e integrata dalle decisioni 2001/119 e 2001/573/CE e dalla Legge 21 dicembre 2001 n. 443 (art. 1, comma 15). La nuova classificazione dei rifiuti
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 26 giugno 2000 n. 219 - Regolamento recante la disciplina per la gestione dei rifiuti sanitari, ai sensi dell'articolo 45 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426 - Nuovi interventi in campo ambientale.
- Decreto Ministeriale 4 agosto 1998, n. 372 (Ministero dell'Ambiente) - Regolamento recante norme sulla riorganizzazione del catasto dei rifiuti.
- Decreto Ministeriale 1° aprile 1998, n. 145 (Ministero dell'Ambiente) - Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli articoli 15, 18, comma 2, lettera e), e comma 4, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.
- Decreto Ministeriale 1° aprile 1998, n. 148 (Ministero dell'Ambiente) - Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli articoli 12, 18, comma 2, lettera m), e 18, comma 4, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 (Ministero dell'Ambiente) - Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.
- Decreto Legislativo 8 novembre 1997, n. 389: Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, in materia di rifiuti, di rifiuti pericolosi, di imballaggi e di rifiuti di imballaggio.
- Testo aggiornato del Decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 - Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.

## **12 OPERE IN CEMENTO ARMATO - INIEZIONI - ANCORAGGI - RIPRISTINI**

### **NORME DI RIFERIMENTO**

Le principali norme applicabili sono le seguenti:

- D.M. Norme tecniche per le costruzioni (NTC)

- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici

- Legge 5 novembre 1971, n° 1086 Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica

- UNI EN 1992-1-1 Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

complementari per l'applicazione della EN 206-1

- UNI EN 1992-1-2 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio

- UNI EN 1992-2 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi

- UNI EN 1992-3 Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 3: Serbatoi e strutture di contenimento liquidi

- D.M. Interno 16 febbraio 2007 Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

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

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499;

B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;

C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati nel presente capitolo e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione,

accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione(caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale;

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dal D.M. 14.01.2008 devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od entedi controllo che ne abbia titolo.

## **CALCESTRUZZI**

### **Norme di riferimento**

Le principali norme applicabili sono le seguenti:

- D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)
- DPR 246/93 Marcatura CE e DPR 10/12/1997, n. 499
- Legge 26/5/1965 n. 595

#### **- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità**

- UNI 11104 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- Consiglio superiore LL.PP. - LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE Settembre 2017
- Consiglio superiore LL.PP. - LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA Settembre 2017

### **Leganti**

#### **- UNI EN 197-1 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni**

- UNI EN 197-2 Cemento - Valutazione della conformità
- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati - Classificazione e composizione
- UNI 9606 Cementi resistenti al dilavamento della calce - Classificazione e composizione
- UNI EN 196-1 Metodi di prova dei cementi - Determinazione delle resistenze meccaniche
- UNI EN 196-2 Metodi di prova dei cementi - Analisi chimica dei cementi
- UNI EN 196-3 Metodi di prova dei cementi - Determinazione del tempo di presa e della stabilità
- UNI EN 196-5 Metodi di prova dei cementi - Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici

- UNI EN 196-6 Metodi di prova dei cementi - Determinazione della finezza
- UNI EN 196-7 Metodi di prova dei cementi - Metodi di prelievo e di campionamento del cemento
- UNI EN 14216 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso
- DIN 51043 Cementi pozzolanici - Requisiti, verifica

#### **Aggiunte**

**- UNI EN 450-1:2012 Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità**

- UNI EN 450-2:2005 Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 2: Valutazione della conformità

- UNI EN 13263-1:2009 Fumi di silice per calcestruzzo - Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità

#### **Additivi**

- UNI EN 480-1 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Calcestruzzo e malta di riferimento per le prove

- UNI EN 480-2 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del tempo di presa

- UNI EN 480-4 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione della quantità di acqua essudata dal calcestruzzo

- UNI EN 480-5 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Determinazione dell'assorbimento capillare

- UNI EN 480-6 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Analisi all'infrarosso

- UNI EN 480-8 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale

- UNI EN 480-10 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua

- UNI EN 480-11 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione delle caratteristiche dei vuoti d'aria nel calcestruzzo indurito

- UNI EN 480-12 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova - Determinazione del contenuto di alcali negli additivi

- UNI EN 480-13 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta

- UNI EN 480-14 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Metodi di prova – Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica

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

- UNI EN 934-1:2008 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 1: Requisiti comuni

**- UNI EN 934-2:2012 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura**

**- UNI EN 934-4 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura**

- UNI EN 934-5:2008 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura

- UNI EN 934-6:2007 Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità

#### **Acqua**

**- UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo**

#### **Pigmenti**

UNI EN 12878 Pigmenti per la colorazione di materiali da costruzione a base di cemento e/o calce -



#### Specifiche e metodi di prova

##### **Aggregati per calcestruzzo**

- UNI 8520-1:2005 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 Parte 1: Designazione e criteri di conformità
- UNI 8520-2:2005 Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 Requisiti
- UNI 8520-8 Aggregati per confezione di calcestruzzi - Determinazione del contenuto in grumi di argilla e particelle friabili
- UNI 8520-21 Aggregati per confezione di calcestruzzi - Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note
- UNI 8520-22:2002 Aggregati per confezioni di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali
- UNI EN 932-1 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento
- UNI EN 932-2 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati – Metodi per la
- UNI EN 933-1 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati – Determinazione della distribuzione granulometrica – Analisi granulometrica per stacciatura
- UNI EN 933-2 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture
- UNI EN 933-3 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Coefficiente di appiattimento
- UNI EN 933-4 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Indice di forma
- UNI EN 933-8 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia
- UNI EN 933-9 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Valutazione dei fini - Prova del blu di metilene
- UNI EN 1097-2 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Metodi per la - determinazione della resistenza alla frammentazione
- UNI EN 1097-3 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica in mucchio e dei vuoti intergranulari
- UNI EN 1097-6 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua
- UNI EN 1744-1 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica
- UNI EN 1744-5 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 5: Determinazione dei Sali cloruri solubili in acido
- UNI EN 1367-1 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo
- UNI EN 1367-2 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Prova al solfato di magnesio
- **UNI EN 12620:2008 Aggregati per calcestruzzo**
- **UNI EN 13055-1:2003 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione**
- **UNI EN 13139:2013 Aggregati per malta**

##### **Esecuzione**

- UNI EN 196-3: 2005 Determinazione del tempo di presa e della stabilità
- prEN 196-10: 2004 Determinazione del contenuto di cromo idrosolubile (VI) nel cemento riduzione dei campioni di laboratorio
- UNI EN 445 Malta per cavi di precompressione - Metodi di prova
- UNI EN 446 Malta per cavi di precompressione - Procedimento di iniezione della malta
- UNI EN 447 Malta per cavi di precompressione - Requisiti di base
- UNI EN 1504-1:2005: Definizioni

- UNI EN 1504-2:2005: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo
  - UNI EN 1504-3:2006: Riparazione strutturale e non strutturale
  - UNI EN 1504-4:2005: Incollaggio strutturale
  - UNI EN 1504-5:2005: Iniezione del calcestruzzo
  - UNI EN 1504-6:2007: Ancoraggio dell'armatura di acciaio
  - UNI EN 1504-7:2007: Protezione contro la corrosione delle armature
  - UNI EN 1504-8:2005: Controllo delle qualità e valutazione delle conformità
  - UNI EN 1504-9:2008: Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi
  - UNI EN 1504-10:2005: Applicazione in opera di prodotti, sistemi e controllo di qualità dei lavori
  - UNI EN 1520 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta
- 
- UNI EN 1766:2001 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Calcestruzzi di riferimento per prove
  - UNI EN 1770:2000 Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione del coefficiente di dilatazione termica
  - UNI 7087:2002 Calcestruzzo. Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo
  - UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata
  - UNI 7123 Calcestruzzo - Determinazione dei tempi di inizio e fine presa mediante la misura della resistenza alla penetrazione
  - UNI 11013:2002 Aggregati leggeri - Argilla e scisto espanso - Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale
  - UNI 11039-1:2003 Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio - Definizioni, classificazioni e designazioni
  - UNI 11039-2:2003 Calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio - Metodo di prova per la determinazione della resistenza di prima fessurazione e degli indici di duttilità
  - UNI 11040:2003 Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli
  - UNI 11307 Prova sul calcestruzzo indurito - Determinazione del ritiro
  - UNI 11417-1:2012 Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Parte 1: Istruzioni per ottenere la resistenza alle azioni aggressive
  - UNI 11417-2:2012 Durabilità delle opere di calcestruzzo e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Parte 2: Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice
  - UNI EN 12350-1:2009 Prova sul calcestruzzo fresco – Campionamento
  - UNI EN 12350-2:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono
  - UNI EN 12350-3 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova Vebè
  - UNI EN 12350-4 Prova sul calcestruzzo fresco - Indice di compattabilità
  - UNI EN 12350-5 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse
  - UNI EN 12350-6 Prova sul calcestruzzo fresco - Massa volumica
  - UNI EN 12350-7 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria - Metodo per pressione
  - UNI EN 12350-8:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 8: Calcestruzzo autocompattante - Prova di spandimento e del tempo di spandimento
  - UNI EN 12350-9:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 9: Calcestruzzo autocompattante - Prova del tempo di efflusso
  - UNI EN 12350-10:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 10: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L
  - UNI EN 12350-11:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 11: Calcestruzzo autocompattante - Prova di segregazione mediante setaccio
  - UNI EN 12350-12:2010 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 12: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante anello a J
  - UNI EN 12390-1:2012 Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
  - UNI EN 12390-2:2009 Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
  - UNI EN 12390-3:2009 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
  - UNI EN 12390-4:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione - Specifiche per

macchine di prova

- UNI EN 12390-5:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 5: Resistenza a flessione dei provini
- UNI EN 12390-6:2010 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini
- UNI EN 12390-7:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito
- UNI EN 12390-8:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione
- UNI CEN/TS 12390-9:2006 Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 9: Resistenza al gelo-disgelo - Scagliatura
- UNI CEN/TS 12390-10:2008 Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 10: Determinazione della resistenza relativa alla carbonazione del calcestruzzo
- UNI CEN/TS 12390-11:2010 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 11: Determinazione della resistenza ai cloruri del calcestruzzo, diffusione unidirezionale
- UNI EN 12504-1:2009 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
- UNI EN 12504-2:2001 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico
- UNI EN 12504-3:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione
- UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici
- UNI EN ISO 12696 Protezione catodica dell'acciaio nel calcestruzzo
- **UNI EN 13670-1:2010 Esecuzione di strutture di calcestruzzo – Requisiti comuni**
- UNI EN 14216:2005 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso
- UNI EN 14487-1:2006 Calcestruzzo proiettato - Parte 1: Definizioni, specificazioni e conformità
- UNI EN 14487-2:2007 Calcestruzzo proiettato - Parte 2: Esecuzione
- LLGG CLS Preconfezionato - Linee Guida per la produzione, il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato
- LLGG CLS Strutturale - Linee Guida sul calcestruzzo strutturale
  
- UNI 11040:2003 "Calcestruzzo autocompattante: Specifiche, caratteristiche e controlli", e dalle norme relative alle "Prove sul calcestruzzo autocompattante fresco"
- UNI 11041:2003 sulla "Determinazione dello spandimento e del tempo di spandimento"
- UNI 11042:2003 sulla "Determinazione del tempo di efflusso dall'imbuto"
- UNI 11043:2003 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad L"
- UNI 11044 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad U"
- UNI 11045 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante anello a J"
  
- UNI EN 678:1994 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC). Determinazione della massa volumica a secco
- UNI EN 679:2005 Determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo aerato autoclavato
- UNI EN 680:2006 Determinazione del ritiro da essiccamento del calcestruzzo aerato autoclavato
- UNI EN 989:1997 Calcestruzzo aerato autoclavato. Determinazione dell'aderenza delle armature mediante prova di spinta (push- out)
- UNI EN 990:2003 Metodi di prova per la verifica della protezione dalla corrosione dell'armatura nel calcestruzzo aerato autoclavato o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta
- UNI EN 991:1997 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC). Determinazione delle dimensioni di componenti prefabbricati armati
- UNI EN 1351:1998 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) - Determinazione della resistenza a flessione
- UNI EN 1352:1998 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione del modulo di elasticità statico a compressione
- UNI EN 1353:1999 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) - Determinazione del contenuto di umidità
- UNI EN 1354:2005 Determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo alleggerito con struttura aperta
- UNI EN 1355:1998 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta

(LAC) - Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione

- UNI EN 1356:1998 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta

(LAC) – Prova di carico trasversale su componenti prefabbricati armati

- UNI EN 1520 :2004 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta

UNI EN 1521 : 1999 Calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza a flessione

- UNI EN 1737:2000 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta

(LAC) - Determinazione della resistenza a taglio di giunti saldati per reti o gabbie di armatura per elementi prefabbricati

- UNI EN 1738:2000 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) - Determinazione della sollecitazione dell'acciaio in elementi armati non caricati

- UNI EN 1739:2007 Determinazione della resistenza a taglio del giunto in presenza di forze agenti nel piano dell'elemento, tra componenti prefabbricati di calcestruzzo aerato autoclavato o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta

- UNI EN 1740:2000 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza di elementi prefabbricati armati sottoposti a carico longitudinale predominante (elementi verticali)

- UNI EN 1741 :2001 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza a taglio dei giunti tra elementi prefabbricati in presenza di forze agenti fuori dal piano degli elementi

- UNI EN 1742:2000 Calcestruzzo aerato autoclavato (AAC) o calcestruzzo alleggerito con struttura aperta (LAC) - Determinazione della resistenza a taglio tra strati di elementi multistrato

- UNI EN 12269-1:2002 Determinazione del comportamento di aderenza tra l'acciaio di armatura ed il calcestruzzo aerato autoclavato attraverso la prova su travetto - Prova di breve durata

- UNI EN 12269-2:2004 Determinazione del comportamento di aderenza tra l'acciaio dell'armatura ed il calcestruzzo aerato autoclavato attraverso la prova su travetto - Prova di lunga durata

### **Tolleranze**

- UNI 10462 Elementi edilizi. Tolleranze dimensionali. Definizione e classificazione

- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

- DIN 18202 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Costruzioni

- DIN 18203-1 Tolleranze dimensionali nell'edilizia - Parte 1: Elementi prefabbricati di calcestruzzo semplice, armato e precompresso

### **Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato**

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

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dal D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dal D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156.

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione .

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico

cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste dal D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato dal D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni.

### **Esecuzione dei getti**

Le classi di calcestruzzo sono individuate dalle resistenze caratteristiche  $R_{ck}$  che sono indicate sui disegni costruttivi e che devono essere garantite dall'Impresa in ogni caso.

I getti saranno confezionati secondo le dosature necessarie per il raggiungimento delle resistenze caratteristiche riportate sui disegni.

L'Appaltatore è responsabile unico delle dosature dei calcestruzzi e della loro rispondenza per l'ottenimento delle resistenze richieste nei disegni e documenti contrattuali.

### **Confezionamento dei calcestruzzi**

Prove preliminari saranno effettuate dall'Appaltatore e sottoposte alla D.L. per accertare la migliore composizione granulometrica delle miscele, per il dosaggio e per il tipo di cemento e gli additivi necessari per il raggiungimento delle resistenze prescritte.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato dall'Appaltatore in apposita centrale di betonaggio nel rispetto delle clausole delle presenti specifiche e delle indicazioni riportate sui disegni.

E' ammesso l'uso di calcestruzzo preconfezionato previa approvazione della Direzione Lavori.

Qualunque sia la provenienza del calcestruzzo, dal momento dell'impasto alla fine del getto non dovranno trascorrere più di 45 minuti; per il calcestruzzo preconfezionato si considera che l'impasto inizi dal caricamento in betoniera.

E' vietata l'aggiunta di acqua in betoniera prima del getto ed ogni altra modifica alle quantità dei componenti la miscela.

Nel caso di centrale di betonaggio che verrà allestita a cura e onere dell'Appaltatore nell'area di cantiere, saranno installati mescolatori orizzontali, attrezzati con dispositivi di dosaggio automatico a peso degli inerti e del cemento, volumetrico degli additivi e dell'acqua; per l'uso del calcestruzzo caldo saranno previsti iniettori di vapore saturo.

Sia gli inerti che i cementi saranno contenuti in sili a tenuta stagna; tutte le movimentazioni saranno effettuate in condizioni di completo abbattimento delle polveri; barriere anti-rumore saranno disposte su tutto il perimetro operativo della centrale.

Saranno costruite vasche di decantazione e riduzione a valore  $pH=7.0$  di tutte le acque di lavaggio delle attrezzature e dei mezzi di trasporto.

La richiesta degli opportuni permessi per l'esercizio della centrale, l'ottenimento degli stessi e dei necessari allacciamenti alle reti idrica, fognaria, elettrica, telefonica, devono essere preventivamente richieste dall'Appaltatore alle competenti autorità.

Classi di resistenza del calcestruzzo  $R_{ck} / f_{ck}$  ( $f_{ck} = 0,83 R_{ck}$ )

C8/10 C12/15 C16/20 C20/25 C25/30 C28/35 C30/37 C32/40 C35/45 C40/50 C45/55 C50/60 C55/67 C60/75 C70/85 C80/95 C90/105 C100/120

Classi di esposizione del calcestruzzo

## CAPITOLATO TECNICO OPERE EDILI

Le norme UNI EN 206 -2006 così come modificata e integrata dalla UNI 11104:2004 (per l'applicazione in Italia della EN 206) prevede quanto segue:

Assenza di rischio di corrosione dell'armatura

- X0

Corrosione delle armature indotta da carbonatazione:

- XC1 - asciutto o permanentemente bagnato
- XC2 - bagnato, raramente asciutto
- XC3 - umidità moderata
- XC4 - ciclicamente asciutto e bagnato

Corrosione delle armature indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare:

- XD1 - umidità moderata
- XD2 - bagnato, raramente asciutto
- XD3 - ciclicamente bagnato e asciutto

Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare:

- XS1 - esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare
- XS2 - permanentemente sommerso
- XS3 - zone esposte agli spruzzi o alla marea

Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti:

- XF1 - moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante
- XF2 - moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante
- XF3 - elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante
- XF4 - elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare

Attacco chimico da parte di acque del terreno e acque fluenti (p.to 4.1 prospetto 2 UNI EN 206-1):

- XA1 - ambiente chimicamente debolmente aggressivo
- XA2 - ambiente chimicamente moderatamente aggressivo
- XA3 - ambiente chimicamente fortemente aggressivo

	NESSUN RISCHIO DI CORROSIONE DELLE ARMATURE	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE				CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI						ATTACCO DAI CICLI DI GELO/ DISGELO				AMBIENTE AGGRESSIVO PER ATTACCO CHIMICO		
						ACQUA DI MARE			CLORURI PROVENIENTI DA ALTRE FONTI									
						X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2
MASSIMO RAPPORTO a/c	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
MINIMA CLASSE DI RESISTENZA	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45		C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C28/35	C28/35	C32/40	C35/45
MINIMO CONTENUTO IN CEMENTO (Kg/m³)		300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
CONTENUTO MINIMO IN ARIA (%)													3,0 (a)					
ALTRI REQUISITI												AGGREGATI CONFORMI ALLA UNI EN 12620 DI ADEGUATA RESISTENZA AL GELO/DISGELO				È RICHIESTO L'IMPIEGO DI CEMENTI RESISTENTI AI SOLFATI (b)		
(a) QUANDO IL CALCESTRUZZO NON CONTIENE ARIA AGGIUNTA, LE SUE PRESTAZIONI DEVONO ESSERE VERIFICATE RISPETTO AD UN CALCESTRUZZO AERATO PER IL QUALE È PROVATA LA RESISTENZA AL GELO/DISGELO, DA DETERMINARSI SECONDO UNI 7087, PER LA RELATIVA CLASSE DI ESPOSIZIONE.																		
(b) QUALORA LA PRESENZA DI SOLFATI COMPORTI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE XA2 E XA3 È ESSENZIALE UTILIZZARE UN CEMENTO RESISTENTE AI SOLFATI SECONDO LA UNI 9156.																		

*Durabilità calcestruzzo valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (Prospetto 4 della norma UNI 11104)*

Classi di consistenza del calcestruzzo

- S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm
- S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm
- S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
- S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
- S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) ≥ 220 mm.

## Calcestruzzo autocompattante

È autorizzato l'uso di calcestruzzo Self Compacting Concrete, calcestruzzo di opportuno e sperimentato mix design con materiale finissimo (somma di cemento, filler, aggiunte, finissimi dell'aggregato), e l'impiego di additivi superfluidificanti e viscosizzanti con grandi caratteristiche di resistenza alla segregazione, capacità di riempimento e capacità di scorrimento, e con assenza di essudazione dell'impasto. Il calcestruzzo deve autocompattarsi per il solo effetto della forza gravitazionale senza la necessità di utilizzare apparecchiature di vibrazione.

I punti di scarico dovranno essere di facile accesso, per assicurare la maggiore continuità possibile nell'alimentazione del getto per mantenere la costanza della lavorabilità e l'assenza di qualsiasi segno di ripresa. Particolare attenzione andrà rivolta ai casseri che andranno dimensionati tenendo conto dell'elevata spinta idraulica dovuta alla particolare fluidità, e dell'elevata spinta idrostatica dovuta alla massa volumica. La loro altezza dovrà essere tale da sopportare una spinta maggiore di quelle dei calcestruzzi "tradizionali" (per altezze non superiori ai 3 metri la spinta può essere considerata di poco superiore). L'esecuzione dovrà essere tale da evitare ogni fuoriuscita di malta, la cui perdita potrebbe alterare la miscela di un componente essenziale. Di norma, anche se un SCC può sopportare una caduta libera fino a 5 metri rispetto ai circa 50 cm dei calcestruzzi "tradizionali", è comunque necessario inserire dei tubi che lo accompagnino all'interno dei casseri. Massima distanza di scorrimento 15 m. È importante evitare attese superiori ai 15-20 minuti. Il controllo qualità, la cura e la manutenzione dei getti, (tempi di scasseratura e protezione dovranno essere gli stessi di quelle dedicate ai calcestruzzi "tradizionali").

Norme italiane relative al calcestruzzo autocompattante (SCC). La famiglia di norme è composta dalla UNI 11040:2003 "Calcestruzzo autocompattante: Specifiche, caratteristiche e controlli", e dalle norme relative alle "Prove sul calcestruzzo autocompattante fresco": la UNI 11041:2003 sulla "Determinazione dello spandimento e del tempo di spandimento", la UNI 11042:2003 sulla "Determinazione del tempo di efflusso dall'imbuto", la UNI 11043:2003 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad L", la UNI 11044 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad U" e la UNI 11045 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante anello a J".

- Prova di spandimento (SLUMP - FLOW) : UNI 11041 Capacità di scorrimento >60 cm,  $\geq 50$  cm in 5-6 sec. La prova serve a valutare la capacità di attraversamento di ostacoli e armature in calcestruzzo.

- Anello a J (J RING) -> UNI 11045. Capacità di scorrimento  $\Delta\phi \leq 50$  mm. La prova serve a valutare la capacità di attraversamento di ostacoli e armature in calcestruzzo.

- Imbuto a V (V - FUNNEL) : UNI 11042 Capacità di riempimento e resistenza alla segregazione  $4 < t < 12$  sec. La prova serve a valutare la viscosità e la deformabilità del calcestruzzo.

- Scatola a L (L - BOX) : UNI 11043 Capacità di scorrimento > 80%. La prova serve a valutare la capacità di attraversamento degli ostacoli del calcestruzzo, anche in situazioni di scorrimento confinato.

- Scatola a U (U - BOX) : UNI 11044 Capacità di scorrimento  $\leq 30$  mm. La prova serve a valutare la capacità di attraversamento di ostacoli e armature del calcestruzzo, di riempimento delle casseforme e di risalita anche in situazioni architettoniche complesse.

Caratteristiche del prodotto

test di opposizione alla pressione idrostatica negativa (ISO/DIS 7031): 20 BAR

test di permeabilità all'acqua (CRD-C48-73):  $< 1,9 \times 10^{-14}$  cm/sec

test di aumento della resistenza a compressione dopo 28 gg (ASTM C39): >6%

pontate di fessurazioni:  $< 0,4$  mm

### Getto del calcestruzzo

Prima del getto dovranno sempre essere controllati tutti i disegni strutturali, architettonici e impiantistici per la verifica di congruenza e per il corretto posizionamento di fori, passaggi, inserti di ogni tipo.

Le armature, nonché tutti gli accessori di ripresa e gli inserti dovranno risultare correttamente posizionati; tutte le dimensioni plano-altimetriche dell'opera finita, riportate nei disegni dovranno essere rispettate e, a tal fine, l'Appaltatore dovrà provvedere a prevenire anticipatamente eventuali assestamenti o movimenti di casseri e sostegni durante il getto.

Il trasporto e la stesa del calcestruzzo deve avvenire con i mezzi più idonei onde evitare la separazione degli inerti; sono consentiti l'uso della tramoggia sotto benna, del nastro trasportatore e della pompa (da privilegiare ove non è possibile l'uso della tramoggia sotto benna).

Per il solo calcestruzzo magro su superfici adeguate è consentita la stesa con pala meccanica, salvo

riprendere immediatamente con altri mezzi le impronte dei cingoli e delle ruote e le differenze di quota rispetto al valore di progetto.

Il getto dei massetti di pavimentazione potrà essere effettuato mediante macchina spanditrice finitrice di tipo stradale.

Le interruzioni di getto dovranno essere eseguite in conformità alle indicazioni riportate sui disegni; altre posizioni dovranno essere autorizzate dal Direttore dei Lavori. In ogni caso le riprese dovranno essere eseguite in modo da trovarsi in zone di momento flettente nullo nelle strutture inflesse e in modo da essere perpendicolari allo sforzo di compressione nelle strutture verticali.

I getti delle solette a sbalzo dovranno essere sempre eseguiti contemporaneamente a quello del solaio retrostante.

Se il getto deve essere effettuato contro parete esistente, quest'ultima deve essere ravvivata e devono essere applicati appositi additivi per la ripresa approvati dalla Direzione Lavori.

Tutti i getti, salvo il magro, dovranno essere vibrati, lo spessore di ogni strato del getto non sarà superiore a 20 cm.

Le modalità e i tipi di vibrazione dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori sempre restando l'Appaltatore stesso responsabile della vibrazione e di tutte le operazioni relative al getto.

Sono vietati, salvo che per i magri e con approvazione della Direzione Lavori, i getti contro terra. Sono vietati i getti con temperatura sotto zero e con prevedibile discesa sotto zero. Fino a temperatura -5° C il Direttore dei Lavori, d'accordo con l'Appaltatore, sarà arbitro di autorizzare i getti previa sua approvazione degli additivi e delle precauzioni da adottare, sempre restando l'Appaltatore responsabile dell'opera eseguita; in ogni caso il Direttore dei Lavori è autorizzato a ordinare all'Appaltatore di eseguire a proprio onere (dell'Appaltatore) la demolizione dei getti di età maggiore di 48h soggetti a temperatura eccessivamente bassa non prevedibile.

I getti con temperatura superiore a 32° C dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori, con opportune prescrizioni particolari.

L'Appaltatore è obbligato all'innaffiamento costante dei getti in fase di maturazione e per un minimo di 8 giorni. In alternativa è concesso l'uso di prodotti antievaporanti, previa autorizzazione della D.L.

Indipendentemente dalle dosature, i getti di calcestruzzo eseguiti dovranno risultare compatti, privi di alveolature, senza affioramento di ferri.

Tutti i getti eseguiti per vasche o contenitori di liquidi dovranno risultare impermeabili e, anche se non specificato nei disegni, dovranno essere eseguiti a granulometria controllata e con uso di additivi appropriati. Le strutture in fase di maturazione dovranno essere protette dal gelo, dal caldo e dalle piogge. Sulle suddette strutture dovrà essere inoltre vietato il transito di persone, mezzi e comunque evitata qualsiasi forma di sollecitazione.

La maturazione con riscaldamento locale diffuso è ammessa solo previo accordo scritto con la Direzione Lavori; analoga clausola si applica per l'uso di calcestruzzo caldo.

Durante la confezione dei calcestruzzi l'Appaltatore dovrà prevedere il prelievo e la conservazione dei provini di calcestruzzo in numero sufficiente secondo le norme e secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori; in ogni caso la resistenza dei getti deve essere controllata prima del disarmo mediante rottura di almeno 2 provini aggiuntivi rispetto a quelli regolamentari. Tali provini saranno maturati nelle stesse condizioni del manufatto e non in vasca termostatica.

Tutti i calcestruzzi dovranno essere vibrati con opportuni aghi e le superfici non casserate dovranno essere lisce a frattazzo grosso.

Le superfici che dovranno ricevere la successiva impermeabilizzazione o che rimarranno in vista dovranno essere ripulite da sbavature di cls ed incoerenze e dovranno presentare superficie liscia senza rugosità, asprezze, gradini e ferri in vista; a tal fine si dovrà rimuovere con scalpello le parti in risalto e stuccare con malta composta in parte da cemento bianco per raggiungere una buona uniformità di colore con la superficie in c.a. Le pareti contro terra dovranno essere realizzate con carpenterie che non prevedano la realizzazione di fori passanti attraverso la parete.

Particolare cura dovrà essere posta nella finitura degli spigoli dei gradini delle scale in c.a., affinché la posa del successivo rivestimento possa avvenire nel miglior modo e con i minimi interventi di ripresa e stuccatura.



### **Tolleranze nell'esecuzione dei getti**

La tolleranza ammessa nella planarità dei getti dei solai a vista, in entrambe le direzioni principali, misurate con una staggia piana è di  $\pm 1/1000$  delle distanze fra i fili interni dei pilastri. Questa tolleranza ovviamente riferita ad una campata del solaio non è compensabile con quelle delle campate adiacenti. I punti di riferimento per le quote altimetriche dei solai vanno posizionati sui pilastri, 10 cm al di sopra delle quote nominali di progetto.

La tolleranza ammessa nella planarità degli altri getti, misurata con una staggia piana di 2 m, è di 6 mm.

La tolleranza sullo spessore del calcestruzzo magro di sottofondazione è limitata a -2 cm in zone locali di area non superiore a 1 m<sup>2</sup>, in numero non maggiore di -1 cm ogni 50 m<sup>2</sup> di superficie; è concessa invece qualunque tolleranza in eccesso dello spessore, se necessaria per il raggiungimento della corretta quota di imposta delle fondazioni. Tutte le differenze di quota rispetto al valore teorico della superficie superiore del magro non potranno essere superiori a  $\pm 2$  cm misurate mediante livello ai vertici di un reticolo di 5.00x5.00 m.; non è ammessa la costanza dell'errore +2cm su superficie maggiore di 100 m<sup>2</sup>. Per i punti intermedi non sono tollerati scostamenti di  $\pm 2$  cm rispetto al piano individuato dalla congiungente (anche diagonale) dei vertici di cui sopra e dal vertice opposto del triangolo così individuato.

Tutte le tolleranze sopra citate relative al getto del calcestruzzo magro saranno assorbite nel getto delle fondazioni, a totale carico dell'Appaltatore per conseguenti variazioni del relativo volume, cassature, lunghezze staffe ecc.

La tolleranza ammessa per la verticalità dei getti misurata sull'altezza, sia di un interpiano che totale, è determinata da un fuoripiombo massimo di  $\pm 1$  cm.

Le tolleranze nella realizzazione delle strutture di facciata devono inoltre essere compatibili con le tolleranze indicate nelle specifiche di realizzazione dei serramenti di facciata, in particolare delle facciate continue. In tal senso l'Appaltatore dovrà coordinare tali limiti con l'esecutore dei serramenti esterni.

Tolleranze particolari dovranno essere garantite per la verticalità delle strutture in modo da facilitare l'esecuzione delle facciate, in particolare delle facciate continue trasparenti.

### **Finitura esterna dei getti e calcestruzzi faccia a vista**

I requisiti principali del getto faccia a vista sono:

- compattezza
- omogeneità di superficie
- colore uniforme.
- planarità

Saranno motivi di contestazione le macchie, gli scolorimenti, gli alveoli, i nidi d'ape, le fessure, ecc.

A disarmo avvenuto dovranno comunque essere eliminati risalti e sbavature e riempite le cavità senza alterazione dei colori della faccia a vista.

Impiego di **calcestruzzo autocompattante** SCC Self Compacting Concrete, calcestruzzo di opportuno e sperimentato mix design con materiale finissimo (somma di cemento, filler, aggiunte, finissimi dell'aggregato), e l'impiego di additivi superfluidificanti e viscosizzanti con grandi caratteristiche di resistenza alla segregazione, capacità di riempimento e capacità di scorrimento, e con assenza di essudazione dell'impasto. Il calcestruzzo deve autocompattarsi per il solo effetto della forza gravitazionale senza la necessità di utilizzare apparecchiature di vibrazione.

I punti di scarico dovranno essere di facile accesso, per assicurare la maggiore continuità possibile nell'alimentazione del getto per mantenere la costanza della lavorabilità e l'assenza di qualsiasi segno di ripresa. Particolare attenzione andrà rivolta ai casseri che andranno dimensionati tenendo conto dell'elevata spinta idraulica dovuta alla particolare fluidità, e dell'elevata spinta idrostatica dovuta alla massa volumica. La loro altezza dovrà essere tale da sopportare una spinta maggiore di quelle dei calcestruzzi "tradizionali" (per altezze non superiori ai 3 metri la spinta può essere considerata di poco superiore). L'esecuzione dovrà essere tale da evitare ogni fuoriuscita di malta, la cui perdita potrebbe alterare la miscela di un componente essenziale. Di norma, anche se un SCC può sopportare una caduta libera fino a 5 metri rispetto ai circa 50 cm dei calcestruzzi "tradizionali", è comunque necessario inserire dei tubi che lo accompagnino all'interno dei casseri. Massima distanza di scorrimento 15 m. È importante evitare attese superiori ai 15-20 minuti. Il controllo qualità, la cura e la manutenzione dei getti, (tempi di scassatura e

protezione dovranno essere gli stessi di quelle dedicate ai calcestruzzi "tradizionali").

Norme italiane relative al calcestruzzo autocompattante (SCC). La famiglia di norme è composta dalla UNI 11040:2003 "Calcestruzzo autocompattante: Specifiche, caratteristiche e controlli", e dalle norme relative alle "Prove sul calcestruzzo autocompattante fresco": la UNI 11041:2003 sulla "Determinazione dello spandimento e del tempo di spandimento", la UNI 11042:2003 sulla "Determinazione del tempo di efflusso dall'imbuto", la UNI 11043:2003 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad L", la UNI 11044 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante scatola ad U" e la UNI 11045 sulla "Determinazione dello scorrimento confinato mediante anello a J".

- Prova di spandimento (SLUMP - FLOW) : UNI 11041 Capacità di scorrimento  $>60$  cm,  $\geq 50$  cm in 5-6 sec. La prova serve a valutare la capacità di attraversamento di ostacoli e armature in calcestruzzo.
- Anello a J (J RING) -> UNI 11045. Capacità di scorrimento  $\Delta\phi \leq 50$  mm. La prova serve a valutare la capacità di attraversamento di ostacoli e armature in calcestruzzo.
- Imbuto a V (V - FUNNEL) : UNI 11042 Capacità di riempimento e resistenza alla segregazione  $4 < t < 12$  sec. La prova serve a valutare la viscosità e la deformabilità del calcestruzzo.
- Scatola a L (L - BOX) : UNI 11043 Capacità di scorrimento  $> 80\%$ . La prova serve a valutare la capacità di attraversamento degli ostacoli del calcestruzzo, anche in situazioni di scorrimento confinato.
- Scatola a U (U - BOX) : UNI 11044 Capacità di scorrimento  $\leq 30$  mm. La prova serve a valutare la capacità di attraversamento di ostacoli e armature del calcestruzzo, di riempimento delle casseforme e di risalita anche in situazioni architettoniche complesse.

Caratteristiche del prodotto

- test di opposizione alla pressione idrostatica negativa (ISO/DIS 7031): 20 BAR
- test di permeabilità all'acqua (CRD-C48-73):  $< 1,9 \times 10^{-14}$  cm/sec
- test di aumento della resistenza a compressione dopo 28 gg (ASTM C39):  $> 6\%$
- pontate di fessurazioni:  $< 0,4$  mm

## **ACCIAI PER C.A.**

### **NORME DI RIFERIMENTO**

Le principali norme applicabili sono le seguenti (salvo aggiornamenti)

**- UNI EN 10080 Acciaio d armatura per calcestruzzo - Acciaio d armatura saldabile – Generalità**

- UNI EN ISO 15630-1:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato

- UNI EN ISO 15630-2:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 2: Reti saldate

- UNI EN ISO 15630-3:2010 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso

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

- UNI EN ISO 17660-1 Saldatura – Saldatura degli acciai d'armatura – Parte 1: giunti saldati destinati alla trasmissione del carico

- UNI EN ISO 17660-2 Saldatura – Saldatura degli acciai d'armatura – Parte 2: giunti saldati non destinati alla trasmissione del carico

**- UNI EN 523 Guaine in fogli di acciaio per cavi di precompressione - Terminologia, prescrizioni, controllo della qualità**

### **Controlli, qualificazione, identificazione, tracciabilità, documentazione, centri di trasformazione**

Il D.M. Norme tecniche per le costruzioni prevede 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 tonnellate.

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.

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione del D.M. Norme tecniche per le costruzioni.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. Il produttore è tenuto a marciare ogni singolo pezzo. La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica 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 cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dal Norme tecniche per le costruzioni.

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.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle presenti Norme, come “luogo di lavorazione” e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario. Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

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

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

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

Il Centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dal D.M. Norme tecniche per le costruzioni.

Per le strutture in c.a. si deve utilizzare acciaio B450C.

Si consente l'utilizzo di acciai di tipo B450A, con diametri compresi tra 5 e 10 mm, per le reti e i tralicci.

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.

Gli acciai B450C possono essere impiegati in barre di diametro  $\varnothing$  compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A il diametro  $\varnothing$  delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\varnothing \leq 16$  mm per B450C e fino a  $\varnothing \leq 10$  mm per B450A.

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm. Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:  $\varnothing_{\min} / \varnothing_{\max} \geq 0,6$ . I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro  $\varnothing$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro  $\varnothing$  che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ .

Valori di accettazione

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Nella lavorazione e posa delle barre d'armatura si dovranno rispettare le disposizioni del D.M. Norme tecniche per le costruzioni.

Le barre dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da altre sostanze.

Al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie libere di trafilatura, ruggine, ghiaccio, olio ed altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo ed all'aderenza tra i due materiali.

E' tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita impiegando piegatrici meccaniche. Piegature, ancoraggi, sovrapposizioni, copriferri, distanza tra le barre, cuciture, ecc. devono rispondere a quanto prescritto dal D.M. Norme tecniche per le costruzioni.

La messa in opera delle barre, la scelta dell'ancoraggio, delle giunzioni, delle sovrapposizioni, delle barre piegate, del copriferro ed interferro, dei distanziatori, seguirà attentamente le indicazioni prescritte dalle tavole esecutive. Sono compresi: i tagli; le piegature; le sovrapposizioni; gli sfridi; le legature con filo di ferro ricotto; le eventuali saldature.

La **rete elettrosaldata** sarà del tipo ad alta duttilità HD realizzata con fili laminati a caldo tipo B450C, saldabile, ad aderenza migliorata, in accordo al D.M. Norme tecniche per le costruzioni.

Le reti saranno formate da fili aventi diametro compreso fra 5 e 12 mm e maglia non superiore ai 35 cm di lato.

La messa in opera delle reti, la scelta dell'ancoraggio, delle giunzioni, del copriferro ed interferro, seguirà attentamente le indicazioni prescritte dalle tavole esecutive.

**Innesti** di spezzoni, dritti o sagomati, di barre di ferro per c.a. del tipo Fe B 44 K controllati in stabilimento in appositi fori nelle murature in c.a., o altri elementi portanti anche in laterizio, e relativo ancorante chimico.

I fori dovranno essere realizzati nelle posizioni e con il passo indicato dagli elaborati esecutivi e dovranno avere un diametro utile superiore a quello delle barre ed una leggera inclinazione verso l'alto per il corretto rifluimento della resina in fase di immissione dello spezzone, ed una lunghezza di ancoraggio non inferiore a quella prescritta dal produttore della resina:

- barra diam 6 mm, foro diam 8 mm;
- barra 8, foro 10;
- barra 10, foro 12;
- barra 12, foro 15;
- barra 14, foro 18;
- barra 16, foro 20.

Dovrà essere eseguita una buona pulitura del foro prima dell'inserimento delle barre utilizzando aria compressa per l'eliminazione di polvere e residui.

**Scatole di ripresa getto** tipo Franke Stabox in acciaio a doppia staffa di vari diametri ottenute tramite taglio da scatola di lunghezza superiore per pareti di spessore variabile. La scatola dovrà essere in acciaio ruvido sagomato a coda di rondine per la miglior aderenza al cls, dovrà essere fissata alla carpenteria con chiodi o rivetti e dovrà essere fornita di coperchio in acciaio. Le parti mancanti delle scatole dovranno essere

sostituite con pannelli di polistirolo. A scassero avvenuto si rimuoverà il coperchio e si drizzeranno i ferri delle staffe con apposito attrezzo seguendo le istruzioni del produttore.

**Ferro di ripresa** tipo Franke Couplet diametri vari, composto da ferro con boccola e tappo di chiusura e da ferro filettato per la ripresa di getto. Il sistema dovrà garantire la trasmissione del 100% di forza. Particolare attenzione dovrà essere posta nel fissaggio del ferro di ripresa nella boccola che dovrà avvenire con chiave dinamometria.

**Ferro di giunto** tipo Franke Titan diametri vari, composto da due flange, manicotto di scorrimento, flangia di centraggio, spina di posizionamento, mandrino zincato a caldo gabbiette in acciaio ad aderenza migliorata. La posa dovrà avvenire nel rispetto delle prescrizioni del produttore.

**Profili tipo halfen** per il fissaggio o la trattenuta di elemnti strutturali o architettonici in acciaio zincato profilato a freddo, con opportune staffe di ancoraggio da annegare nei getti, spugna poliuretanica per evitare l'ingresso del cls in fase di getto, dovranno essere posizionati nelle posizioni previste negli elaborati progettuali.

#### **Connettori per c.a.**

Fornitura e posa di connettori per c.a. in acciaio zincato a doppia testa a martello e piatto per il preassemblaggio e la posa di gruppi dei chiodi. Armatura a taglio per il punzonamento di solette. Diametri e lunghezze come da progetto esecutivo. Prodotto di riferimento Peikko PSB

## **CASSERATURE**

### **NORME DI RIFERIMENTO**

Le principali norme applicabili sono le seguenti (salvo aggiornamenti):

- D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni

#### **- UNI EN 12812:2008 Strutture di sostegno per opere permanenti - Requisiti prestazionali e progettazione generale**

- UNI EN 13377:2003 Travi prefabbricate di legno per casseforme - Requisiti, classificazione e verifica

- UNI EN 1065:1999 Puntelli telescopici regolabili di acciaio - Specifiche di prodotto, progettazione e verifica attraverso calcoli e prove

- UNI 8866-1:1986 + A1:1989 Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione

- UNI 8866-2:1986 + A1:1989 Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell' effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato

Le casseforme dovranno essere costruite con materiali nuovi in ottimo stato di conservazione, esenti da imperfezioni, spancamenti ed ogni altro difetto che possa precludere l'ottenimento di superfici del calcestruzzo piane, lisce ed omogenee.

Tutte le superfici interne dei casseri di elementi strutturali, che a scassatura avvenuta rimarranno in vista, dovranno essere trattate con elementi disarmanti (oli puri con aggiunta di attivanti superficiali - emulsioni cremose di acqua in olio con attivanti).

I prodotti disarmanti dovranno essere applicati, in modo uniforme, dall'alto verso il basso e per ultimo sui fondi, impiegando il minimo quantitativo sufficiente ad ottenere un buon distacco ed evitando altresì la formazione di grumi.

In fase di applicazione i prodotti disarmanti non dovranno mai venire in contatto con le armature, con il calcestruzzo già indurito o con altri materiali non costituenti superficie interna delle casseforme.

Il prodotto disarmante utilizzato deve essere compatibile con la finitura prevista, o che si intende utilizzare, in modo che l'adesione della finitura (intonaco, verniciatura, ecc.) sia sempre garantita.

Ove necessario la tenuta deve essere assicurata con l'adozione di listelli, con stuccature e rabbocchi esterni,

specialmente nei punti di ripresa a spicco da strutture già eseguite.

Il segno di eventuali riprese di getto deve essere evitato fissando sulle casseforme dei regoli in legno che marchino la linea di separazione dei due getti successivi.

Gli spigoli devono essere tagliati a 45° con listelli in PVC a sezione triangolare da 15 mm di lato fissati alle casseforme.

Le pannellature metalliche devono essere regolari e non deformate, disposte a moduli costanti, con le giunzioni uniformemente sfalsate, evitando le ricorrenze verticali.

Ove necessario la tenuta delle connessioni tra pannello e pannello deve essere assicurata da mastici o guarnizioni.

Le zone di contatto tra strutture verticali ed orizzontali e le zone in cui per ottenere particolari effetti estetici sia richiesta una diversa sistemazione delle tavole o delle pannellature, devono essere separate da scuretti ottenuti mediante regoli applicati alle casseforme.

Devono inoltre essere inseriti profili in PVC per l'esecuzione di gocciolatoi ogni qualvolta la superficie delle strutture verticali può ricevere direttamente l'acqua piovana o le acque di lavaggio o di scarico.

Su tutte le superfici dei casseri si dovranno predisporre distanziatori per le armature in numero e dimensioni tali da garantire un copriferro minimo non inferiore a quello di progetto, e garantire anche una Resistenza al fuoco non minore di quella indicata nel progetto o richiesta dalla norme. E' consentito l'uso di distanziatori in PVC, in cemento, comunque da campionare e da sottoporre all'approvazione della DL.

In caso di interruzione dei getti si dovranno prevedere forme di contenimento del getto stesso sufficientemente scabre per garantire la migliore adesione dei getti successivi (reti in pernevometal, ecc.) nonché la continuità delle armature (manicotti, ecc.) con sistemi commerciali da sottoporre all'approvazione della DL se non già indicati nel progetto esecutivo.

Le parti orizzontali dovranno prevedere un numero di puntelli sufficiente a garantire la stabilità e la indeformabilità del cassero sotto l'azione del calcestruzzo impiegato nei getti.

Le parti suborizzontali o inclinate dovranno essere impostate con la pendenza richiesta dal progetto esecutivo.

Le casseforme dovranno essere dimensionate e montate in opera in modo da sopportare la combinazione più sfavorevole di:

- peso totale di casseforme, armatura e cls;
- carichi di lavoro, compresi gli effetti dinamici della posa e della compattazione del cls. e del traffico di personale e mezzi d'opera;
- carichi di vento e neve.

Le casseforme degli elementi inflessi saranno montate in opera con le controfrecce che dovrà precisare la DL.

In fase di montaggio delle casseforme si dovranno inserire gli inserti previsti in progetto o prevedere cassette per riceverli.

Le barre distanziatrici poste fra i casseri delle murature in vista dovranno essere del tipo con guaina a perdere in plastica, e saranno posizionate con passo costante da concordare con la DL.

I fori risultanti a scassatura avvenuta saranno sigillati con appositi tappi in plastica da forzare negli stessi. In particolare per le casseforme in legno l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti particolari prescrizioni:

- non alternare fra loro, in uno stesso getto, tavole nuove e tavole precedentemente utilizzate, tenuto conto del diverso grado di assorbimento;
- bagnare le casseforme prima del getto al fine di evitare la contrazione delle stesse a seguito del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento;
- ribattere e stuccare le teste dei chiodi di assemblaggio delle tavole affinché non vengano a contatto col calcestruzzo in fase di getto.

In periodi di gelo o di tempo freddo, l'Appaltatore dovrà prolungare la permanenza in opera delle casseforme oltre i tempi strettamente necessari al fine di evitare al calcestruzzo shock termici e conseguente screpolatura superficiale del getto.

Il progetto potrà prevedere la realizzazione di forometrie o l'inserimento di inserti metallici necessari: all'appoggio, centramento o trattenuta di elementi prefabbricati; l'ancoraggio di strutture metalliche; il

passaggio di impianti; l'ancoraggio di impermeabilizzazioni; o per qualsiasi altro motivo e gli oneri relativi a queste attività devono essere ricompresi nei prezzi delle singole voci di fornitura e posa della carpenteria.

Le **pareti contro terra** dovranno essere realizzate con carpenterie che non prevedano la realizzazione di fori passanti attraverso la parete.

Le casseforme utilizzate per **calcestruzzi facciavista** dovranno essere costruite con tavole di legno sufficientemente robuste, ben collegate tra loro ed irrigidite onde evitare spancamenti e distacchi delle stesse durante il getto e la vibratura.

Le casseforme devono essere curate in modo da ottenere calcestruzzi con superfici lisce ed uniformi, con modulo costante di ricorrenza delle giunzioni. La posizione delle citate giunzioni dovrà essere sottoposta all'approvazione della DL prima dell'esecuzione delle casserature.

Il calcestruzzo dovrà avere consistenza minima S4. Utilizzare un corretto rapporto A/C e di materia fine; gettare e compattare il calcestruzzo per strati di circa 30 cm, distribuire il cls uniformemente su tutto il manufatto da realizzare accompagnandolo con un piano inclinato, evitare ogni sosta o interruzione di getto, procedere al costipamento con vibratori interni ad ago tenuti verticalmente senza far vibrare le casserature e le armature coinvolgendo anche parte dello strato sottostante già costipato (ma che non ha iniziato la presa), mantenere il getto casserato per 5÷7 gg per limitare le fessurazioni, evitare il permanere di acqua sulla superficie per evitare la formazione di efflorescenze e non scasserare nei giorni di pioggia, proteggere invece le superfici dal sole dal vento e dalla pioggia con teli di polietilene, utilizzare tavole invecchiate per evitare che il legname troppo secco e poroso provochi lo spolvero o la scagliatura superficiale del calcestruzzo, utilizzare distanziatori dell'armatura in cemento o in pvc grigio.

La superficie del calcestruzzo in vista dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- colore e struttura uniformi, senza macchie di disarmante o sporcizia;
- superficie liscia, chiusa e compatta, il più possibile esente da difetti quali: vaiolature e vacuoli, screpolature, fessurazioni, efflorescenze, rugosità, di ghiaia superficiale, fori o linguette per la trattenuta delle carpenterie;
- avere spigoli a 45 gradi, con bordi arrotondati.

Ove sia richiesta una **superficie di getto all'intradosso dei solai perfettamente piana e liscia** si dovrà posare sulla carpenteria stessa un telo in polietilene da 3/10 mm. Il telo dovrà essere steso senza pieghe sulla carpenteria, ben tesato e fissato con biadesivo; il getto dovrà essere particolarmente curato per la miglior riuscita dell'opera.

Ove sia richiesta una **superficie in vista a disegno** si utilizzeranno matrici distaccabili ad elevata resistenza senza rivestimento della superficie sagomata. Le matrici prima del getto devono essere trattate con apposito distaccante. Tale prodotto, pennellato sulla superficie a contatto con il getto e sulle testate delle matrici, crea un velo barriera che garantisce il distacco in fase di disarmo ed semplifica la fase di pulizia del getto

Per la realizzazione di **getti con sagome particolari** verranno utilizzati casseri con matrici distaccabili in polistirolo espanso ad elevata resistenza senza rivestimento della superficie sagomata. La matrice verrà inserita all'interno di un cassero tradizionale staticamente portante consentendo così un getto di elevate dimensioni. Le matrici prima del getto devono essere trattate con apposito distaccante. Tale prodotto, pennellato sulla superficie a contatto con il getto e sulle testate delle matrici, crea un velo barriera che garantisce il distacco in fase di disarmo ed riduce la fase di pulizia del getto.

Andrà prevista una stuccatura di rifinitura affinché il manufatto sia pronto per la successiva tinteggiatura

Per i **pilastrini a sezione circolare** di diametro variabile non in vista verranno utilizzati casseri a perdere in cartone tipo Tuboget con diametro a seconda della sezione richiesta. Il tubo sarà costruito con bandinelle di cartone, avvolte a spirale e trattate con apposite colle aventi una resistenza superiore o uguale a 80 KN/mq. La resistenza all'acqua del tubo sarà garantita dall'impiego di colle appropriate e da un rivestimento in polietilene impermeabile. I casseri saranno fissati alla base e all'estremità superiore con cravatte di legno e strutture di sostegno senza inchiodare le stesse al cassero. La velocità di getto non deve superare i 4,5 metri all'ora. Dopo il getto il calcestruzzo andrà vibrato, all'interno dell'armatura, con vibratori ad ago. E' vietato



martellare o sbattere il cassero all'esterno.

I tempi di disarmo saranno definiti dalla Direzione Lavori sulla base delle esigenze progettuali e costruttive. Il disarmo dovrà avvenire per gradi ed in modo tale da evitare azioni dinamiche come previsto dal D.M. 14.01.2008.

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato, e in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, è opportuno rispettare i seguenti tempi minimi di disarmo e precisamente:

- sponde di casseri di travi e pilastri 3 giorni
- armature di solette di luce modesta 10 giorni
- puntelli e centine di travi, archi e volte 24 giorni
- strutture a sbalzo 28 giorni

## MICROPALI

### Norme di riferimento

- D.M. Norme tecniche per le costruzioni (NTC2018)
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012
- D.M.LL.PP. 11 marzo 1988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare M.LL.PP. n. 30483 del 24 settembre 1988
- Legge 02.02.1974 art. 1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.
- UNI EN 1997-1 Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1997-2 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- UNI EN 13331-1 Sistemi di puntellazione per scavi - Parte 1: Specifiche di prodotto
- UNI EN 13331-2 Sistemi di puntellazione per scavi - Parte 2: Verifica mediante calcolo o prove
- **UNI EN 1504-5: Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 5:**
- UNI EN 1536: Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali trivellati
- UNI EN 1537 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio
- UNI EN 1538 „Esecuzione di lavori geotecnici particolari – Diaframmi“.
- UNI EN 12063 „Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Palancole“
- UNI EN 10248 [1 e 2] Palancole laminate a caldo di acciai non legati
- UNI EN 10249 [1 e 2] Palancole profilate a freddo di acciai non legati
- UNI EN 12699 “Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Pali eseguiti con spostamento del terreno”
- UNI EN 12715 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Iniezioni (indicazioni valide anche per iniezioni per diaframmi e pali trivellati),
- UNI EN 12716 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Getti per iniezione (jet grouting)
- **UNI EN 12794:2007 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Pali di fondazione**
- UNI EN 12889 Costruzione senza trincea e prove di impianti di raccolta e smaltimento liquami senza trincea di impianti di raccolta e smaltimento liquami
- UNI EN 14199:2005 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Micropali
- UNI EN 14457 Requisiti generali per componenti progettati appositamente per l'impiego nella costruzione
- UNI EN 14487-1 “Calcestruzzo proiettato – Parte 1: Definizioni specificazioni e conformità”
- UNI EN 14487-2 “Calcestruzzo proiettato - Parte 2: Esecuzione
- UNI EN 14490 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Chiodature del terreno (soil nailing).
- UNI EN ISO 14688-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione

- UNI EN ISO 14688-2 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione
- UNI EN ISO 14689-1 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione delle rocce - Identificazione e descrizione
- UNI EN ISO 22475-1 Indagini e prove geotecniche - Metodi di campionamento e misurazioni sull'acqua del sottosuolo - Parte 1: Principi tecnici per l'esecuzione

### **MICROPALI CON GETTO IN PRESSIONE – INIEZIONE UNICA (CHIUSURA SOTTOPASSO)**

Pali speciali di piccolo diametro e di elevata capacità portante (micropali) per fondazioni, sottofondazioni ed ancoraggi, eseguiti a rotazione o rotopercolazione, verticali o inclinati fino a 20 gradi rispetto alla verticale, realizzati con armatura tubolare in acciaio S235JRH in spezzoni manicottati e della lunghezza media di 1,50 m, lunghezza totale fino a 3 m, muniti di valvole di non ritorno intervallate ogni 75 cm circa.

La malta viene messa in opera dal fondo del foro, riempiendolo senza applicare pressione supplementare, utilizzando un tubo convogliatore. Il getto viene interrotto quando malta esce liberamente dalla testa del foro. A seguito di questa prima fase, tramite valvole di non ritorno viene iniettata malta in pressione, permettendo di formare delle sbulbature. La pressione di iniezione è maggiore di 1 MPa.

La parte di getto in eccesso in sommità dovrà essere demolita per realizzare una superficie piana fino alla quota di progetto per la successiva realizzazione della trave di correa.

*Sono compresi: l'attraversamento di murature, calcestruzzo, trovanti e roccia dura, la formazione di guaina e iniezione fino ad assorbimento di miscela cementizia pari a 2 volte il volume teorico del foro; il trasporto; le attrezzature necessarie. È inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita.*

**In ogni caso dovrà essere garantita una portata minima verticale del palo di 75 kN allo Stato Limite Ultimo.**

### **MICROPALI A GRAVITA'**

Esecuzione di micropali eseguiti a rotazione, verticali o inclinati fino a 20 gradi rispetto alla verticale, realizzati con armatura tubolare in acciaio S235 JRH in spezzoni manicottati e della lunghezza media di 2,00 m, lunghezza totale fino a 6 m.

La malta viene messa in opera dal fondo del foro, riempiendolo senza applicare pressione supplementare, utilizzando un tubo convogliatore. Il getto viene interrotto quando malta esce liberamente dalla testa del foro. La parte di getto in eccesso in sommità dovrà essere demolita per realizzare una superficie piana fino alla quota di progetto per la successiva realizzazione della trave di correa.

### **Modalità esecutive**

#### **Soggezioni geotecniche ed ambientali**

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura del terreno attraversato. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Di norma le perforazioni saranno quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile. I fluidi di perforazione potranno consistere in:

- acqua
- fanghi bentonitici

- schiuma

- aria, nel caso di perforazione a rotopercussione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavori.

Previa comunicazione alla Direzione Lavori potrà essere adottato la perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi bentonitici.

*La perforazione "a secco" senza rivestimento non è di norma ammessa; potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione Lavori, solo in terreni uniformemente argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata  $c_u$  che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfino la seguente condizione:*

*$c_u \geq Y H/3$  dove:  $Y$  = peso di volume totale*

La perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso in acqua nel foro. La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovraconsolidati.

Nel caso di impiego della roto-percussione, sia mediante martello a fondo-foro che mediante dispositivo di battuta applicati alla testa di rotazione (tipo sistema KLEMM ), l'Impresa Esecutrice dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parti I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni. In caso contrario per modalità di impiego della roto-percussione ed i necessari provvedimenti dovranno essere comunicati alla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori, a sua discrezione, dovrà richiedere all'Impresa Esecutrice di eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese a carico della medesima Impresa Esecutrice.

#### **Prove tecnologiche preliminari**

La tipologia delle attrezzature ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Impresa Esecutrice alla Direzione Lavori. Se richiesto dalla Direzione Lavori, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature di esecuzione sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

#### **Tolleranze**

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo  $\pm 2$  cm
- scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico  $\pm 2\%$
- lunghezza  $\pm 15$  cm
- diametro finito  $\pm 5\%$
- quota testa micropalo  $\pm 15$  cm

#### **Materiali**

Le specifiche che seguono integrano le prescrizioni di Norma, che si intendono qui integralmente richiamate.

#### **Tubi in acciaio**

E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto. I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione.

Dove previsto, le valvole di iniezione, ove previste, saranno del tipo a "manchette", ovvero costituite da una guarnizione in gomma, tenuta in sede da due anelli metallici saldati esternamente al tubo, sul quale, in corrispondenza di ciascuna valvola, sono praticati almeno 2 fori diam. 8 mm.

#### **Malte e miscele cementizie di iniezione**

##### **Cementi**

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

##### **Inerti**

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti. Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

### **Acqua di impasto**

Si utilizzerà acqua di cantiere, dolce, le cui caratteristiche chimico-fisiche dovranno soddisfare i requisiti di Norma.

### **Additivi**

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa Esecutrice si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

### **Preparazione delle malte e delle miscele cementizie**

#### **Caratteristiche di resistenza e dosaggi**

Di norma la resistenza cubica da ottenere per le malte e per le miscele cementizie di iniezione deve essere:  $R_{ck} \geq 30 \text{ Mpa}$

*A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:  $a/c \leq 0,5$*

#### **Composizione delle miscele cementizie**

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa  $\gamma = 1,8 \text{ kg/dm}^3$

#### **Composizione delle malte cementizie**

Nella definizione della formula delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

- acqua: 300 kg
- cemento: 600 kg
- additivi: 5 ÷ 10 kg
- inerti: 1100 ÷ 1300 kg

### **Impianti di preparazione**

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semi-automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- Bilance elettroniche per componenti solidi
- Vasca volumetrica per acqua
- Miscelatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min)
- Vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici, per le miscele cementizie
- Mixer per le malte.

### **Controlli su miscele e malte cementizie**

La tipologia e la frequenza dei controlli da eseguire è indicata sulla Specifica di Controllo Qualità.

### **Tolleranze**

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo:  $\pm 2 \text{ cm}$
- scostamento dell'inclinazione dall'asse teorico:  $\pm 2 \%$
- lunghezza:  $\pm 15 \text{ cm}$
- diametro finito:  $\pm 5 \%$
- quota testa micropalo:  $\pm 5 \text{ cm}$ .

### **Modalità esecutive**

- Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo ove occorra. Nel caso di perforazione a roto-percussione con materiale a fondoforo si utilizzeranno compressori di adeguata potenza.

- Allestimento micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro. Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata o meno, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca

foro, per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione. Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina);

**Fanghi bentonitici**

*Il fango bentonitico deve avere le seguenti caratteristiche ed essere soggetto ai controlli indicati nel seguito.*

*Il fango è ottenuto miscelando i seguenti componenti fino ad ottenere una miscela colloidale:*

- acqua dolce
- bentonite in polvere;
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, ecc.).

*Le bentoniti impiegate dovranno rispondere ai seguenti requisiti:*

- residui al vaglio da 10.000 maglie/cm<sup>2</sup> <1%
- viscosità Marsh 1500/1000 della
- sospensione al 6% in acqua distillata: 40."
- decantazione della sospensione al 6% in 24 ore:<2%
- pH dell'acqua filtrata: 7-9

*Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare non inferiore al 6% e non superiore al 10% in relazione più che altro al tipo di bentonite.*

*La temperatura dell'acqua della miscela pronta per l'impiego non dovrà essere inferiore ai 5 gradi centigradi.*

*Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda, in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.*

*In presenza di acque chimicamente contaminate, saranno presigli adeguati provvedimenti per evitare fenomeni di flocculazione o instabilità.*

*Le attrezzature impiegate per la preparazione della sospensione dovranno essere tali da assicurare la suddivisione minuta delle particelle sospese.*

*A miscelazione avvenuta si procederà alla maturazione del fango, immettendolo in vasche di buona capacità (20-30 m<sup>3</sup>) nelle quali dovrà rimanere per 24 ore prima di essere impiegato nella perforazione.*

*Nel caso di fango pronto per l'impiego il metodo di miscelazione sarà tale da consentire la scomparsa di grumi entro 3'.*

*Durante le fasi di lavoro il peso di volume del fango presente entro il foro sarà compreso entro i seguenti limiti:*

- non superiore a 1,25 t/m<sup>3</sup> nel corso della perforazione;
- non superiore a 1,15 t/m<sup>3</sup> prima delle operazioni di getto.

*Il contenuto in sabbia sarà inoltre inferiore al 6% prima delle operazioni di getto.*

*Nella fase iniziale verranno eseguiti i necessari controlli per tarare gli impianti e le procedure di lavoro.*

*In fase di produzione si eseguiranno le determinazioni seguenti per ogni pannello:*

- n. 1 peso di volume
- n. 1 viscosità Marsh
- 1 contenuto in sabbia

*sia per i fanghi a inizio perforazione (prelievo a bocca foro) che per i fanghi a fine perforazione (prelievo sul fondo foro).*

*Il prelievo sul fondo del foro sarà eseguito mediante un apposito campionatore per fluidi a 80 cm dal fondo foro.*

*La DL potrà richiedere ulteriori controlli in qualsiasi fase del lavoro.*

**Reimpiego del fango**

*Nel caso di reimpiego del fango sarà presa una serie di provvedimenti atti a separarlo dalle impurità che vi si aggregano durante la perforazione e comunque a mantenerlo entro i limiti di densità, viscosità e contenuto in sabbia indicati.*

*Sarà pertanto indispensabile:*

- disporre di un impianto di dissabbiaggio, vibrovaglio o dissabbiatore a ciclone in grado, anche a costo di un doppio trattamento, di ridurre il contenuto in sabbia al valore max del 3%;
- disporre di una ulteriore vasca per la raccolta del fango depurato;
- recuperare il fango da avviare al dissabbiaggio mediante una pompa sommersa attrezzata con un cestello alla base;
- escludere e portare a discarica in fase di recupero il tratto di fango contaminato (2 - 3m) a diretto contatto

*con il calcestruzzo emergente.*

*Qualora infine la particolare natura del terreno impedisse il mantenimento dei limiti indicati (peso di volume, percentuale in sabbia), o comunque se richiesto a titolo precauzionale dalla D.L. , le operazioni di getto dovranno essere precedute dal totale ricambio del fango.*

*In tal caso si dovrà:*

*- recuperare il fango da avviare al dissabbiaggio, mediante una pompa sommersa attrezzata con un cestello alla base atto a tenerla centrata sul fondo e sollevata dallo stesso di 40cm.;*

*- mantenere distinti i due fanghi: quello di perforazione (proveniente dal dissabbiaggio ed integrato da fanghi freschi) da quello di sostituzione (proveniente dalla maturazione).*

### **Esecuzione del getto**

Il sistema da utilizzare consiste nel porre in opera il calcestruzzo preconfezionato attraverso un tubo convogliatore munito in sommità di una tramoggia di alimentazione ed avente la bocca di scarico immersa nel conglomerato cementizio già immesso.

Il calcestruzzo viene confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Salvo diverse disposizioni il rapporto acqua/cemento non deve superare il valore di 0,50 di ~~0,53~~, comprendendo l'umidità degli inerti nel peso dell'acqua.

La lavorabilità deve essere tale che il valore dello "slump" al cono di Abrams sia compreso fra 16 e 18 cm.

Per ottemperare congiuntamente questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un opportuno additivo fluidificante non aerante previamente approvato dalla Direzione Lavori.

E' ammesso altresì l'uso dei ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I mezzi di trasporto saranno tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo deve essere confezionato e trasportato con ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento in un tempo non eccedente 2 ore e 30'; in ogni caso ciascun punto di posa in opera dovrà essere alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m³/ora.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire l'erogazione nell'unità di tempo di volumi di calcestruzzo almeno doppi di quelli risultanti dal più oneroso dei limiti sopraindicati.

Il getto del calcestruzzo avviene esclusivamente impiegando il tubo di convogliamento. Esso è costituito da sezioni non più lunghe di 2,5 m di tubo di acciaio avente diametro interno 20-25 cm.

L'interno del tubo deve essere pulito, privo di irregolarità e di strozzature.

Le giunzioni tra sezione e sezione sono del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento del diametro non superiore a 2,00 cm

Sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo è provvisto alla estremità superiore di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 m³; esso è mantenuto da un mezzo di sollevamento capace di farlo oscillare verticalmente durante il getto.

Prima di installare il tubo getto viene eseguita una ulteriore misura del fondo foro.

Il tubo di convogliamento viene posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

*Prima di iniziare il getto ed in presenza di fango bentonitico, si deve inserire nel tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, una palla di malta plastica o uno strato di vermiculite granulare galleggiante sui fanghi, avente lo spessore di 30 cm.*

Il tubo di convogliamento viene accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre però conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 m e massima di 6.

L'ingresso del calcestruzzo, specie nelle fasi finali, potrà essere favorito con una serie di movimenti verticali del getto non superiori a 1 m.

Il getto del conglomerato deve essere prolungato per un tratto di lunghezza compresa fra 30 e 50 cm al di sopra della quota prescritta dal progetto, coincidente con l'intradosso della trave di coronamento; tale quota deve garantire l'integrità del conglomerato cementizio al livello suddetto.

La superficie dei diaframmi messa allo scoperto dagli scavi e destinata a rimanere in vista o ad essere successivamente protetta dovrà essere convenientemente regolarizzata.

A tal fine, l'Impresa esecutrice dovrà tenere conto, in fase di tracciamento e di realizzazione della parete, di possibili errori di verticalità degli elementi.

Sarà ammesso un fuori piombo massimo di 1 cm/ml nella direzione ortogonale di scavo, in modo tale che lo

spessore del muro controparatie risulti non inferiore a quello indicato negli elaborati strutturali di progetto.  
Si richiede l'esecuzione di:

- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di calcestruzzo in numero e modalità consone alle normative vigenti ed alle preventive richieste della DL;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni elemento;
- il rilievo del "profilo di getto" cioè l'altezza raggiunta dal calcestruzzo al termine di ogni betoniera immessa, da eseguirsi per ogni pannello, utilizzando scandaglio a base piatta.

## INTERVENTI SU STRUTTURE ESISTENTI

Norme di riferimento

- UNI EN 1504-1:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 1: Definizioni
- UNI EN 1504-2:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo
- UNI EN 1504-3:2006 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale
- UNI EN 1504-4:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 4: Incollaggio strutturale
- **UNI EN 1504-5:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 5: Iniezione del calcestruzzo**
- UNI EN 1504-6:2007 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio
- UNI EN 1504-7:2007 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 7: Protezione contro la corrosione delle armature
- UNI EN 1504-8:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 8: Controllo di qualità e valutazione della conformità
- UNI EN 1504-9:2009 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi
- UNI EN 1504-10:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori
- UNI 10764 Leganti idraulici microfini – Definizioni e requisiti
- UNI EN 13501-1 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco
- UNI EN 12696 Protezione catodica dell'acciaio nel calcestruzzo
- UNI EN 13295 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Determinazione della resistenza alla carbonatazione
- UNI ENV 13670-1 Esecuzione di strutture di calcestruzzo – Requisiti comuni
- UNI EN 13791 Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo
- UNI EN ISO 2808 Pitture e vernici – Determinazione dello spessore del film
- UNI EN ISO 4288 Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) – Stato della superficie: Metodo del profilo – Regole e procedure per il rilevamento della superficie.
- UNI EN ISO 4628-1÷6 Pitture e vernici – Valutazione del degrado dei rivestimenti – Indicazione della

quantità e delle dimensioni

## INTERVENTI SUPERFICIALI

**Trattamento dei ferri d'armatura con prodotto passivante** liquido con dispersione di polimeri di resine sintetiche legate a cemento, applicato a pennello in due strati, con intervallo di almeno due ore tra la prima e la seconda mano. Il trattamento deve avvenire dopo la idroscarifica e/o sabbiatura onde evitare una nuova ossidazione del ferro. E' compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per unità di superficie di struttura di cui si trattano le armature considerate.

**Aggrappante per riprese di getto**, con applicazione a pennello, su cls, di prodotto a base di resine epossidiche a due componenti predosati per assicurare una adesione perfettamente monolitica di getti in cls freschi sopra a getti già induriti, al fine di creare un consistente legame strutturale. Caratteristiche tecniche minime del prodotto: (da certificare)

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| - resistenza a compressione              | $\geq 40$ N/mm <sup>2</sup> ; |
| - resistenza a trazione per fless.       | $\geq 20$ N/mm <sup>2</sup> ; |
| - resistenza a trazione diretta          | $\geq 15$ N/mm <sup>2</sup> ; |
| - adesione al calcestruzzo (rottura cls) | $\geq 3$ N/mm <sup>2</sup> ;  |
| - adesione al ferro.                     | $\geq 15$ N/mm <sup>2</sup> ; |

E' inoltre compreso quanto occorre per dare il lavoro finito.

**Ricostruzione di copriferro** in elementi strutturali in conglomerato cementizio armato mediante malta premiscelata antiritiro:

- puntellamento eseguito secondo le modalità previste nel progetto esecutivo (da compensare a parte);
- eliminazione del calcestruzzo di avvolgimento delle barre longitudinali, anche dalla parte interna per almeno 3-4cm, e, se occorre, anche delle staffe;
- asportazione di eventuali precedenti interventi di ripristino che non risultino perfettamente aderenti;
- controllo non distruttivo della zona di conglomerato integro; spazzolatura meccanica delle superfici;
- pulizia accurata con aria compressa e/o acqua in pressione;
- eventuale integrazione di armatura (da compensare a parte);
- protezione anticorrosiva dei ferri di armatura immediatamente dopo la pulizia della stessa; bagnatura a saturazione con acqua della superficie di attesa, attendere l'evaporazione dell'acqua in eccesso, utilizzare, se necessario, aria compressa o una spugna per facilitare l'eliminazione dell'acqua libera;
- ricostruzione del conglomerato eliminato mediante applicazione cazzuola di malta tixotropica premiscelata a ritiro controllato;
- nebulizzazione di acqua durante le prime 24 ore di indurimento.

Rinforzo strutturale con un **betoncino cementizio reodinamico**, premiscelato, bicomponente, ad espansione contrastata con maturazione in aria, provvisto di fibre sintetiche in poliacrilonitrile, resistente agli agenti aggressivi dell'ambiente, mediante incamiciatura delle strutture verticali e successivo colaggio del betoncino. Per spessori da 6 a 10 cm.

Il Calcestruzzo Reodinamico, nella fase fresca, garantisce un'alta scorrevolezza e un'alta resistenza alla segregazione, inoltre può essere posto in opera senza essere vibrato.

Il betoncino sopra descritto dovrà possedere le seguenti caratteristiche ottenute con uno slump flow 80÷90 cm, UNI 11041, in assenza di bleeding:

- Caratteristiche espansive con maturazione in aria: secondo UNI 8148 modificata  $\geq 0,04\%$  a 1 giorno
- Test di inarc./Imbarc.to e inarcamento
- Prova di fessurabilità (O Ring test): Nessuna fessura a 180 giorni
- Adesione al calcestruzzo UNI EN 12615 (per taglio)  $\geq 6$  MPa
- Modulo elastico UNI EN 13412: 30.000 (+/- 2.000) MPa;
- Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio RILEM-CEB-FIP RC6-78  $\geq 25$  MPa
- Impermeabilità all'acqua in pressione, UNI EN 12390/8:  $< 5$  mm;
- Impermeabilità all'acqua per assorbimento capillare, UNI EN 113057:  $< 0,1$  kgm<sup>2</sup>.h-0,5



- Resistenza ai cicli di gelo e disgelo con Sali disgelanti, UNI EN 13687/1: superata.
- Resistenza alla carbonatazione, pr EN 13295: superata
- Resistenza a compressione  $\geq 30$  MPa a 1 giorno;  $\geq 55$  MPa a 7 giorni;  $\geq 70$  MPa a 28 giorni secondo UNI EN 12390/3;
- Resistenza a trazione per flessione  $\geq 4$  MPa ad 1 giorno;  $\geq 6$  MPa a 7 giorni;  $\geq 7$  MPa a 28 giorni secondo UNI EN 12390/5;

La preparazione e la stesa della malta dovrà rispettare le specifiche di preparazione ed installazione indicate dal produttore.

E' compreso l'onere per la realizzazione dei collegamenti tra camicia e pilastro con barre fissate chimicamente, la pulizia delle armature eventualmente scoperte, la pulizia e la saturazione della superficie di supporto con acqua in pressione (80 – 100 Atm), il primer aggrappante, la finitura superficiale della malta ed i magisteri indicata negli elaborati progettuali. La restante armatura sarà compensata con altri articoli.

Prodotto di riferimento: EMACO FORMULA REODINAMICO B1 - DEGUSSA ITALIA.

**Trattamento impermeabilizzante del calcestruzzo** con prodotto tipo Mapei Mapelastic.

Il supporto deve essere ben pulito e solido (senza polvere, efflorescenze, tracce d'olio disarmante, sbavature, parti incoerenti, ruggine, ..).

Saturare con acqua il sottofondo e rimuovere l'acqua in eccesso con aria compressa o stracci fino ad ottenere un sottofondo saturo d'acqua ma a superficie asciutta.

Preparare la malta seguendo scrupolosamente le istruzioni del produttore.

Stendere una rete in fibra sintetica a maglia quadrata 4x4 mm.

Stendere la malta entro un'ora dalla preparazione in due strati con spatola sulla superficie preparata in uno spessore massimo, per strato, di 2 mm. Il secondo strato dovrà essere steso solo dopo l'indurimento del primo.

Procedere alla lisciatura della superficie.

Proteggere dalla rapida evaporazione con un antievaporante tipo ANTIEVAPOR E.

**Protettivo di stagionatura** a base di resine polimerizzate disciolte in solvente, atto a formare una pellicola continua sulla superficie del calcestruzzo trattato, impedendo l'evaporazione incontrollata dell'acqua d'impasto. Conforme alla norma ASTM C-309/81. Fornito e posto in opera. E' compreso quanto occorre per dare l'opera finita

## GIUNTI – APPOGGI

Normativa di riferimento

- EN 15129 Dispositivi antisismici
- **UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali - Regole generali di progetto.**
- **UNI EN 1337-2 Appoggi strutturali - Parte 2: Elementi di scorrimento**
- **UNI EN 1337-4 Appoggi strutturali - Parte 4: Appoggi a rullo**
- **UNI EN 1337-5 Appoggi strutturali - Parte 5: Appoggi a disco elastomerico**
- **UNI EN 1337-6 Appoggi strutturali - Parte 6: Appoggi a contatto lineare**
- **UNI EN 1337-7 Appoggi strutturali - Parte 7: Appoggi sferici e cilindrici di PTFE**
- **UNI EN 1337-8 Appoggi strutturali - Parte 8: Guide e ritegni**
- **UNI EN 1337-9 Appoggi strutturali - Protezione.**
- **UNI EN 1337-10 Appoggi strutturali - Parte 10: Ispezione e manutenzione**
- **UNI EN 1337-11 Appoggi strutturali - Trasporto, immagazzinamento ed installazione.**
- CNR UNI 10018/87

**Giunto di dilatazione e impermeabilità a livello di pavimentazione tipo FIP “GPE-100”.**

Moduli in gomma armata realizzati mediante una piastra ponte centrale ed elementi portanti laterali separati dalla piastra ponte da varchi sinusoidali o rettilinei.

Sistema ancoraggio meccanico realizzato mediante barre filettate.

Scossalina raccolta acqua in pvc.

Profilo a "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione.

## **VARIE**

### **Malta antiritiro**

Per l'inghisaggio di piastre metalliche di appoggio di strutture metalliche sulle strutture in c.a., si procederà mediante getto di malta antiritiro con  $R'_{ck} \geq 350 \text{ kg/cm}^2$ . Spessore medio circa 20 mm.

La malta dovrà essere stabilizzata nella sua espansione, ad alta scorrevolezza ed omogeneità, dotata di elevate caratteristiche meccaniche raggiunte a brevi stagionature ed esente da acqua di essudazione.

Preparare il sottofondo rimuovendo parti in distacco, polvere, macchie di olio o grasso, ecc. così da ottenere un supporto sano, pulito e compatto. Realizzare il contenimento del getto se necessario con tavole/listelli di legno. Bagnare accuratamente il sottofondo a rifiuto con acqua. Gli elementi di ancoraggio metallici devono essere privi di ruggine, vernice, grasso, ecc. Mantenere umida e protetta la superficie della malta messa in opera per un periodo di almeno 24 ore dopo la sua applicazione.

Prodotti di riferimento Emaco, Torggler Antol Espansol Ancor, SikaGrout-312 A.

## **STRUTTURE PREFABBRICATE**

- D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni

- UNI 9053-1:1987 Edilizia. Elementi strutturali prefabbricati o realizzati in sito. Misure per il controllo geometrico dimensionale del singolo elemento

- UNI 9053-2:1987 Edilizia. Elementi strutturali prefabbricati o realizzati in sito. Misure per il controllo geometrico dimensionale di elementi in opera

- **UNI EN 523 Guaine in fogli di acciaio per cavi di precompressione - Terminologia, prescrizioni, controllo della qualità**

- UNI EN 1337 Appoggi strutturali

- **UNI EN 1520:2011 Componenti prefabbricati armati di calcestruzzo alleggerito con struttura aperta con armatura strutturale o non-strutturale**

- **UNI EN 13225:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi strutturali lineari**

- UNI EN 13369:2008 Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo

- **UNI EN 13693:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi speciali per coperture**

- UNI EN 14474:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Calcestruzzo con trucioli di legno - Requisiti e metodi di prova

- UNI EN 14649:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Metodo di prova per il mantenimento della resistenza delle fibre di vetro nel cemento e nel calcestruzzo (SIC test)

- UNI EN 14650:2005 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Regole generali per il controllo di produzione in fabbrica del calcestruzzo con fibre di acciaio

- **UNI EN 14843:2007 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Scale**

- **UNI EN 14844:2006 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi scatolari**

- **UNI EN 14991:2007 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi da fondazione**

- **UNI EN 14992:2012 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi da parete**

- **UNI EN 15050:2012 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi da ponte**

- **UNI EN 15258:2009 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi per muri di sostegno**

- UNI EN 14187 Materiali per la sigillatura a freddo dei giunti. Parte 1 – 9

- UNI EN ISO 7389 Edilizia – Prodotti per giunti – Determinazione del recupero elastico dei sigillanti

- UNI EN ISO 7390 Edilizia – Prodotti per giunti – Determinazione della resistenza allo scorrimento dei sigillanti (giunti verticali)

- UNI EN ISO 11600 Edilizia – Prodotti per giunti – Classificazione e requisiti per i sigillanti

### 13 OPERE DA FABBRO

Norme di riferimento

- D.M. Norme Tecniche per le Costruzioni
- D.M. Infrastrutture e trasporti 31 Luglio 2012
- Legge 05.11.1971, n. 1086
- **UNI EN 1090-1:2009 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali.**
- **UNI EN 1090-2:2008 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio.**
- **UNI EN 1090-3 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 3: Requisiti tecnici per le strutture di alluminio**
- UNI EN 1993 Eurocode 3: Progettazione delle strutture di acciaio parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993 Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio
- UNI EN 1994 Eurocodice 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
- CNR 10029: Costruzioni di acciaio ad elevata resistenza. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- UNI EN ISO 9000-9001-9004 E 19011 (Pacchetto Vision 2000 completo). Sistemi di gestione per la qualità
- Fondamenti e terminologia - Requisiti - Linee guida per il miglioramento delle prestazioni. Audit.
- UNI EN 10204:2005 Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo

#### Laminati

- UNI EN ISO 1461:1999 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.
- UNI EN 10020: 2000 - Definizione e classificazione dei tipi di acciai.
- UNI 7958 Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione
- **UNI EN 10025-1 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche generali di fornitura**
- UNI EN 10025-2 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10025-3 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato / normalizzato laminato
- UNI EN 10025-4 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
- UNI EN 10025-5 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati
- UNI EN 10025-6 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
- UNI EN 10027-1: 1993 - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica, simboli principali.
- UNI EN 10079:07 Condizioni tecniche generali di fornitura dei prodotti di acciaio
- UNI EN 10111: 2000 - Lamiere e nastri a basso tenore di carbonio laminati a caldo in continuo per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10113-1:1994: Prodotti laminati a caldo di acciai saldabili a grano fine, per impieghi strutturali. Condizioni generali di fornitura.
- UNI EN 10113-2:1994: Prodotti laminati a caldo di acciai saldabili a grano fine, per impieghi strutturali. Condizioni di fornitura degli acciai allo stato normalizzato.
- UNI EN 10113-3:1994: Prodotti laminati a caldo di acciai saldabili a grano fine, per impieghi strutturali. Condizioni di fornitura degli acciai ottenuti mediante laminazione termomeccanica.
- UNI EN 10130:07 Definizione dei prodotti di acciaio
- UNI EN 10204:2005 Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo.
- UNI EN 10219-1: 1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate
- Condizioni tecniche di fornitura.

- UNI EN 10255:07 Prodotti piani laminati a freddo di acciaio a basso tenore di carbonio per imbutitura o piegamento a freddo - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10263-1:2003: Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo - Condizioni tecniche di fornitura generali.

**Profili a sezione aperta laminati a caldo**

- UNI EU 54 - "Piccoli profilati ad U - Dimensioni e tolleranze"
- UNI EU 55 - "Profilati di acciaio a T ad ali uguali ed a spigoli arrotondati, laminati a caldo"
- UNI EU 56 - "Angolari ad ali uguali ed a spigoli arrotondati, laminati a caldo"
- UNI EU 57 - "Angolari ad ali ineguali ed a spigoli arrotondati, laminati a caldo"
- UNI EU 58 - "Piatti laminati a caldo di uso generale"
- UNI EU 59 - "Quadri laminati a caldo di uso generale"
- UNI EU 60 - "Tondi laminati a caldo di uso generale"
- UNI 5397: 1978 Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe e parallele. Dimensioni e tolleranze
- UNI 5398: 1978 Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPE ad ali strette parallele. Dimensioni e tolleranze
- UNI 5679: 1973 Prodotti di acciaio laminati a caldo. Travi IPN. Dimensioni e tolleranze
- UNI 5680: 1973 Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi UPN. Dimensioni e tolleranze
- UNI 5681 - "Profilati finiti di acciaio laminati a caldo - Profilati a T a spigoli vivi - Dimensioni e tolleranze"
- UNI 6762 - "Profilati d'acciaio laminati a caldo - Profilati a L a spigoli vivi e lati disuguali - Dimensioni e tolleranze"
- UNI 6763 - "Profilati d'acciaio laminati a caldo - Profilati a Z a spigoli vivi e basi disuguali - Dimensioni e tolleranze"
- UNI 5867 - "Prodotti finiti piatti di acciaio non legato laminati a caldo - Lamiere e nastri larghi per imbutitura o piegamento a freddo - Qualità, prescrizioni e prove"
- UNI 7070 - "Prodotti finiti di acciaio non legato di base e di qualità laminati a caldo - Profilati laminati mercantili, larghi piatti, lamiere e nastri per strutture metalliche e costruzioni meccaniche - Qualità prescrizioni e prove"
- UNI EN 10024: 1996 Travi ad I ad ali inclinate laminate a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10034: 1995 Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10055:1998 Profilati a T ad ali uguali e a spigoli arrotondati di acciaio, laminati a caldo - Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10056-1:2000 Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali – Dimensioni
- UNI EN 10056-2:1995 Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma.
- UNI EN 10163-1 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 10163-3 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 3: Profilati
- UNI EN 10279: 2002 Profilati ad U di acciaio laminati a caldo tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa

**Profili cavi (tubi senza/con saldatura)**

- **UNI EN 10210-1: 1996 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura**
  - UNI EN 10210-2:2006 Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
  - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- **UNI EN 10219-1: 1999 Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura**
  - UNI EN 10219-2:2006 Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate
  - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10278:2002 Dimensioni e tolleranze dei prodotti di acciaio finiti a freddo

**Profilati e prodotti di acciaio laminati a freddo**

- UNI 5866 - Prodotti finiti piatti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo - Lamiere e nastri larghi per imbutitura o piegamento a freddo - Qualità, prescrizioni e prove"
- UNI 6623 - "Prodotti finiti piatti di acciaio non legato, laminati a freddo - Lamiere e nastri larghi per imbutitura o piegamento a freddo - Tolleranze dimensionali e di forma"
- UNI EN 10130 Prodotti piani laminati a freddo, di acciaio a basso tenore di carbonio per imbutitura o piegamento a freddo - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10131 Prodotti piani laminati a freddo, non rivestiti e rivestiti con zinco o con zinco-nichel per via elettrolitica, di acciaio a basso tenore di carbonio e ad alto limite di snervamento, per imbutitura e piegamento a freddo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma

**Tondi, quadri, piatti**

- UNI 6901 - "Semilavorati e barre laminati o fucinati a caldo e vergella di acciaio speciale inossidabile resistente alla corrosione ed al calore"
- UNI 7231 - "Prodotti finiti di acciaio non legato speciale, trafilati o pelati rullati Tondi, quadri, esagoni e piatti, in barre - Qualità, prescrizioni e prove"

**Lamiere e lastre**

- UNI EU 29 - "Lamiere di acciaio laminate a caldo di spessore uguale o maggiore di 3 mm - Tolleranze dimensionali sulla massa e di forma"
- UNI EU 51 - "Lamiere e nastri laminati a caldo in continuo, o non rivestiti, di acciaio non legato e legato con limite di snervamento minimo prescritto - Tolleranze dimensionali e di forma"
- UNI EU 112 - "Lamiere e nastri laminati a caldo in continuo, non rivestiti, di acciaio non legato a basso tenore di carbonio, per imbutitura o piegamento a freddo - Tolleranze dimensionali e di forma"
- UNI EN 10142: 2002 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10147: 2002 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10163-2 Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Lamiere e larghi piatti.
- UNI EN 10268: 2000 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato / normalizzato laminato
- UNI EN 10214: 1996 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
- UNI EN 10215: 1996 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati
- UNI EN 10292: 2004 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica.
- UNI EN 10143: 1994 Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 14782: 2006 Lastre metalliche per coperture, rivestimenti esterni ed interni specifica di prodotto e requisiti
- UNI EN 508-1:2002 Prodotti di lastre metalliche per coperture specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile

**lamiere zincate**

- UNI 5753 - "Prodotti finiti piatti in acciaio non legato, rivestiti – Lamiere sottili e nastri larghi di spessore inferiore a 3 mm, zincati in continuo per immersione a caldo".

**Altre**

- UNI EN 10223-2 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Reti di acciaio a maglie esagonali usate in agricoltura, nell'isolamento e nelle recinzioni

- UNI EN 10223-6 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Recinzioni in rete a semplice torsione
- UNI EN 10263-2:2003: Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo - Condizioni tecniche di fornitura degli acciai non destinati al trattamento termico dopo lavorazione a freddo.
- UNI EN 10263-3:2003: Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo - Condizioni tecniche di fornitura degli acciai da cementazione.
- UNI EN 10263-4:2003: Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo - Condizioni tecniche di fornitura degli acciai da bonifica.
- UNI EN 10263-5:2003: Vergella, barre e filo di acciaio per ricalcatura a freddo ed estrusione a freddo - Condizioni tecniche di fornitura degli acciai inossidabili.

#### **Elementi per collegamenti meccanici**

- UNI EN ISO 898: 2000 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio
- UNI EN ISO 898-1:2009 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio – Parte 1: viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate – Filettature a passo grosso e a passo fine
- UNI EN ISO 898-2 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine
- UNI EN ISO 898-5:2000 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti senza testa e particolari similari filettati non soggetti a trazione.
- UNI EN ISO 898-6:1996 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo fine
- UNI EN ISO 1478:2000 Filettatura per viti autofilettanti
- UNI EN ISO 1479:1996 Viti autofilettanti a testa esagonale
- UNI EN ISO 2702:1996 Viti autofilettanti di acciaio trattato termicamente. Caratteristiche meccaniche
- UNI 3740-1:1999 Elementi di collegamento filettato in acciaio – Prescrizioni tecniche – generalità.
- R-UNI 3740-5:1974 Bulloneria di acciaio. Prescrizioni tecniche. Contrassegno per l'identificazione
- R-UNI 3740-4:1985 Bulloneria di acciaio. Prescrizioni tecniche. Classi di resistenza e metodi di prova per dadi.
- UNI EN ISO 4014: 2003 Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato Categorie A e B
- UNI EN ISO 4016: 2003 Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato Categoria C
- UNI EN ISO 4017: 2002 Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato Categorie A e B
- UNI EN ISO 4018: 2002 Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato Categoria C
- R-UNI 5592:1968 Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine Categoria C.
- UNI 5712-5716: 1975 Bulloni, dadi, rosette e piastrine
- UNI EN 14399-1:2005 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali"
- UNI EN 14399-2:2005 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 2: Prova di idoneità all'impiego"
- UNI EN 14399-3:2005 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali"
- UNI EN 14399-4:2005 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali"
- UNI EN 14399-5:2005 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane"
- UNI EN 14399-6:2005 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate"
- UNI EN 14399-7:2008 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 7: Sistema HR - Assieme vite con testa svasata piana e dado"
- UNI EN 14399-8:2008 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 8: Sistema HV - Assieme vite a testa esagonale con gambo calibrato e dado"
- UNI EN 14399-9:2009 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 9: Sistema HR o HV - Rondelle con indicazione di carico per assiami vite e dado"
- UNI EN 14399-10:2009 "Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 10: Sistema

HRC - Assieme vite e dado con serraggio calibrato”

- UNI EN 15048-1:2007 “Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali”
  - UNI EN 15048-2:2007 “Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 2: Prova di idoneità all'impiego”
  - UNI EN ISO 10684:2005 Elementi di collegamento – Rivestimenti di zinco per immersione a caldo
  - UNI EN 20898-2: 1994
- Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento in acciaio. Dadi con carichi di prova determinati, filettatura a passo grosso
- UNI ENV 1090-2:2011, “Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio”

### **Saldatura**

- **UNI EN ISO 3834 “Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici”**

- ISO 14731, ISO 9606-1 e EN ISO 15614.
  - UNI EN ISO 9692-3 Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti
  - Parte 3: Saldatura MIG e TIG dell'alluminio e delle sue leghe
  - UNI EN ISO 9692-1 Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti
  - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli ac
  - UNI EN 1011-1:2005 Saldatura – Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici – Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco.
  - UNI EN 1011-2:2005 Saldatura – Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici – Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici.
  - UNI EN 1011-3:2005 Saldatura – Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici – Parte 3: Saldatura ad arco degli acciai inossidabili.
  - R-EN 29692:1996 Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio
  - UNI EN ISO 4063: 2001 Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldaobrasatura dei metalli
- R-UNI 5132:1974 Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simboleggiatura e modalità di prova.
- R-UNI 7278:1974 Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione.
  - UNI 8030 Fili pieni per saldatura ad arco sommerso di acciai non legati o ad alto limite di snervamento e relativi sopporti. Dimensioni, classificazione e condizioni di fornitura
  - UNI 8410 Fili e bacchette di acciaio per saldatura in gas protettivo e ad arco sommerso. Dimensioni, classificazione e condizioni tecniche generali di fornitura
  - UNI EN 756 Materiali di apporto per saldatura. Fili ed abbinamenti filo-flusso per saldatura ad arco sommerso di acciai non legati e a grano fino. Classificazione

### **Acciai inossidabili**

- UNI 6900 – “Acciai legati speciali inossidabili resistenti alla corrosione ed al calore”
- UNI EN 10296-2 Tubi saldati di acciaio di sezione circolare per utilizzi meccanici e ingegneristici generali - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 2: Tubi di acciaio inossidabile
- UNI EN 10217-7 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile
- UNI EN 10028-1 Prodotti piani di acciai per recipienti a pressione - Requisiti generali
- UNI EN 10028-7 Prodotti piani di acciai per recipienti a pressione - Acciai inossidabili
- UNI EN 10088-1 Acciai inossidabili – Parte 1: Lista degli acciai inossidabili.
- UNI EN 10088-2 Acciai inossidabili - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN 10088-3 Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali
- UNI EN 10312 Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento dell'acqua e di altri liquidi acquosi

- Condizioni tecniche di fornitura

**Alluminio e leghe di alluminio**

- UNI EN 573-3 Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Composizione chimica e forma dei prodotti.
- UNI EN 1706 Alluminio e leghe di alluminio - Getti - Composizione chimica e caratteristiche meccaniche

**Zinco**

- UNI EN 1179 Zinco e leghe di zinco - Zinco primario

**Rame e leghe di rame**

- UNI EN 1652 Rame e leghe di rame - Piastre, lastre, nastri e dischi per usi generali
- UNI EN 1982 Rame e leghe di rame - Lingotti e getti

**Piombo**

- UNI EN 12659 Piombo e leghe di piombo - Piombo

**Protezioni**

- UNI EN ISO 1461 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
- UNI EN ISO 12944-4 Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superfici e loro preparazione
- UNI EN ISO 12944-5 „Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura — Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva“
- UNI EN ISO 12944-7 „ Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura — Parte 7: Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura“
- UNI EN ISO 12944-8 “Pitture e vernici — Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Stesura di specifiche per lavori nuovi e di manutenzione.
- UNI EN 10346 „ Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN ISO 2808 Pitture e vernici - Determinazione dello spessore del film.
- UNI EN ISO 2063 Spruzzatura termica – Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici – Zinco, alluminio e loro leghe.

Per tutti i manufatti in ferro, se non è diversamente indicato in progetto, si devono prevedere le seguenti tipologie di protezioni:

Manufatti all'interno dell'edificio: ciclo di verniciatura: Sabbatura; Stesura di una mano di primer zincante organico bicomponente; Stesura di una mano intermedia di vernice epossipoliuretanica; Applicazione di una mano di finitura poliuretanica con ottima coerenza, brillantezza permanente e stabilità di tinta, elevate proprietà di resistenza alla luce, buona flessibilità permanente nonché facile manutenibilità nel tempo in colore a scelta DL.

Manufatti all'esterno dell'edificio: zincatura a caldo + ciclo di verniciatura: Prima fase - Sabbatura di svampatura o grassaggio con trielina Seconda fase - Stesura di una mano di primer bicomponente epossipoliuretanico con uno spessore del film secco di circa 40 micron Terza fase - Applicazione di una mano di finitura poliuretanica con ottima coerenza, brillantezza permanente e stabilità di tinta, elevate proprietà di resistenza all'esterno e alla luce, buona flessibilità permanente nonché facile manutenibilità nel tempo in colore a scelta DL, spessore del film secco di circa 50 micron.

Manufatti da verniciare con smalto ferromicaceo: ciclo di verniciatura: Su ferro nuovo: Pulizia del ferro con totale eliminazione di calamina e ruggine; Applicazione di due mani di antiruggine Rubbol Metal non diluito; Applicazione a pennello di due mani di Ferro Decor. Su ferro vecchio da riverniciare: Totale rimozione della ruggine affiorante mediante accurata carteggiatura e spazzolatura. Ritoccare i punti arrugginiti con Rubbol Metal non diluito; Applicazione a pennello di due mani di Ferro Decor. Seconda mano dopo circa 16 ore. Colore a scelta DL.



**Parti annegate nel getto**

Le parti destinate ad essere incorporate interamente nei getti di conglomerato cementizio dovranno essere accuratamente sgrassate e sabbiare.

**Controllo delle saldature**

Le saldature dovranno essere controllate a cura dell'Appaltatore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non dovranno presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità, ecc.

I controlli eseguiti dovranno essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione da inviare tempestivamente alla DL.

L'estensione di tali controlli sarà concordata con il DL che giudicherà sulla estensione dei controlli proposta dall'Appaltatore ed eventualmente, se carente, ne richiederà una estensione.

**Controllo dimensionale**

L'Appaltatore dovrà eseguire gli opportuni controlli dimensionali sia sui singoli pezzi che sugli elementi premontati, facendo sì che le deviazioni dalle dimensioni teoriche rientrino entro valori di scostamento comunemente accettati da normative nazionale e/o europee in atto o in emissione alla data di realizzazione dell'opera.

**Controllo della Direzione Lavori**

Tutti i materiali e le lavorazioni che formano oggetto del contratto di appalto saranno ispezionati e sottoposti a verifica da parte della DL presso l'Officina costruttrice; l'Appaltatore dovrà altresì prestare responsabile assistenza alla DL nello svolgimento della sua attività di ispezione e verifica senza che ciò dia diritto a compensi aggiuntivi.

Se alla verifica alcune parti di finitura risultassero difettose o comunque non efficienti, la DL ha il diritto di ottenere l'eliminazione dei difetti nel minor tempo possibile, fatto salvo il diritto di respingere la fornitura o di chiedere la riduzione del prezzo.

L'Appaltatore dovrà notificare alla DL, con almeno 10 giorni di anticipo, la data di approntamento del materiale da verificare.

**ACCIAI SPECIALI****INOX**

- UNI 6900 – “Acciai legati speciali inossidabili resistenti alla corrosione ed al calore”
- UNI 5753 - “Prodotti finiti piatti in acciaio non legato, rivestiti – Lamiere sottili e nastri larghi di spessore inferiore a 3 mm, zincati in continuo per immersione a caldo”.
- UNI EN 10088-1 Acciai inossidabili – Parte 1: Lista degli acciai inossidabili.
- UNI EN 10088-2:2005 Acciai inossidabili. Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.
- UNI EN 10088-3 Acciai inossidabili – Parte 3. Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.

Nomenclatura	AISI	Corrispondente Nomenclatura UNI
Serie 300	301	X 12 CrNi 1707
Serie 300	302	X 10 CrNi 1809
Serie 300	304	X 5 CrNi 1810
Serie 300	316	X 5 CrNi 1912
Serie 400	430	X 8 Cr 17

**Finiture superficiali acciaio inox** cfr. All.to B. EN 10088-2:

1D	tipica lamiera di grosso spessore, leggermente ruvida e con riflettività bassa.
2D	aspetto opaco a bassa riflettività, per opere strutturali e non di finitura.
2B	è la finitura più usata ed è la base per una successiva lucidatura o satinatura.
2F	finitura opaca, a bassa riflettività (trattato termicamente, decapato, skinpassato e pallinato).
2G	superficie levigata, uniforme, unidirezionale e bassa riflettività.
2J	satinata, unidirezionale, non riletente, adatta alle superfici architettoniche.
2K	satinata, liscia, riflettente, adatta alle superfici architettoniche specie esterne.
2M	superfici decorate.
2R	finitura più lucida e riflettente e di più facile pulibilità.
2P	superficie a specchio, ultra liscia ad alta riflettività.
2W	motivi a rilievo ottenuti per laminazione o rulli o stampaggio.

**COR-TEN**

La composizione chimica del COR-TEN A, comunemente denominata "al fosforo", conferisce a questo tipo di acciaio una resistenza all'attacco degli agenti atmosferici da cinque a otto volte superiore a quella di un comune acciaio al carbonio.

Il COR-TEN A è l'acciaio che più si presta per essere impiegato allo stato non pitturato e, per il suo gradevole aspetto, si rivela particolarmente idoneo per applicazioni "architettoniche".

In pratica si può affermare che, in atmosfera industriale o rurale, la corrosione del COR-TEN A non verniciato si arresta dopo aver provocato una diminuzione di spessore di circa 0,05 millimetri, mentre, in ambiente marino progredisce leggermente col passare degli anni, pur rimanendo decisamente inferiore a quella riscontrata nei comuni acciai al carbonio.

Il COR-TEN A viene normalmente prodotto in spessori fino a 12,5 millimetri.

**Composizione chimica % (analisi di colata)**

C	Mn	P	S	Si	Cu	Cr	Ni
<= 0,12	0,20 ÷ 0,50	0,07 ÷ 0,15	<= 0,035	0,25 ÷ 0,75	0,25 ÷ 0,55	0,30 ÷ 1,25	<= 0,65

**Caratteristiche meccaniche (su provette prelevate in senso longitudinale)**

Tipo di prodotto		prova di trazione					prova di piega	
		snervamento Rs Kg/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione Rm Kg/mm <sup>2</sup>	allungamento % (*)			α	D
				A	A 8"	A 2"		
<b>Larghi</b> <b>Nastri</b> <b>Nastri</b> <b>Stretti</b> Lamiere Barre Profilati	<= 12,5 mm	>= 35	>= 49	22	19	24	180°	a

(\*) quando non diversamente specificato, la prova di allungamento viene eseguita su provetta A.

Per laminati a freddo, o prodotti richiesti allo stato normalizzato, i valori minimi di snervamento (Rs) e di resistenza (Rm) vengono ridotti di 3,5 Kg/mm<sup>2</sup>.

**Altre caratteristiche**

- Limite di snervamento al taglio: Uguale al limite di snervamento a trazione
- Resistenza al taglio: 70% della resistenza a trazione
- Modulo di elasticità: 19.600 ÷ 21.000 Kg/mm<sup>2</sup>
- Temperatura di transizione corrispondente a 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>. Kv(vapore medio indicativo)\*: 0° C
- Coefficiente di dilatazione lineare nell'intervallo fra – 46° C e 65° C: 0,0000117

**Lavorabilità****Piegatura a freddo**

La piegatura del COR-TEN può essere effettuata a freddo fino a spessori di 12,5 millimetri purché si tengano presenti i minimi raggi di curvatura riportati sulla seguente tabella:

spessore mm	raggio minimo di piegatura (a=spessore)		
	tipo A	tipo B	tipo C
≤ 1,5	a	---	---
>1,5 ÷ 6	2a	2a	3,5a
>6 ÷ 12,5	3a	3a	3,5a

Per spessori superiori, o per piegature più severe, è consigliabile la piegatura a caldo.

**Formatura a caldo**

Per la formatura a caldo del COR-TEN non sussistono problemi particolari. Si consiglia tuttavia di effettuare il riscaldamento ad una temperatura non superiore a 1.100° C e di terminare l'operazione di formatura ad una temperatura compresa fra 815° C e 900° C.

Il raffreddamento conseguente alla formatura a caldo non produce apprezzabile indurimento del materiale, quindi, se la lavorazione è stata eseguita in modo corretto, non sono necessari trattamenti termici finali.

È senz'altro sconsigliabile l'esecuzione della formatura a caldo ad una temperatura inferiore ai 650°C.

**Saldatura**

L'acciaio COR-TEN può essere saldato in tutti gli spessori e con tutti i più comuni metodi di saldatura:

Ad arco con elettrodi rivestiti

Ad arco sommerso

Ad arco sotto gas protettivo

A resistenza.

Nella maggior parte dei casi possono essere adoperati materiali di apporto comunemente adottati per la saldatura di acciai al carbonio-manganese aventi caratteristiche meccaniche simili a quelle del COR-TEN.

Qualora invece il COR-TEN venga utilizzato allo stato "nudo" per impieghi architettonici e la saldatura sia effettuata in più di due passate, è consigliabile che, per le ultime due passate, vengano usati elettrodi al 2% o al 3% Ni; in tal modo si otterranno cordoni di saldatura con una colorazione simile a quella dell'acciaio COR-TEN.

In ogni caso è necessario rispettare le temperature minime di pre-riscaldamento riportate sulla tabella sottoindicata, che sono valide per materiali di saldatura a basso idrogeno.

spessore mm	temperatura minima di ambiente o di pre-riscaldamento		
	COR-TEN A	COR-TEN B	COR-TEN C
≤ 12,5	10°C	10°C	10°C
>12,5 ÷ 25	10°C	10°C	40°C

> 25 ÷ 50	40°C	40°C	---
> 50	100°C	100°C	---

Nel caso sia previsto l'impiego di materiali non a basso idrogeno o i pezzi da saldare siano fortemente vincolati, sarà opportuno adottare temperature di pre-riscaldamento più elevate.

#### Altri fenomeni corrosivi

Mettendo a contatto tali tipologie di acciai si possono verificare fenomeni deleteri per la durata e la resistenza alla corrosione del manufatto zincato. Infatti, considerando l'alto contenuto di rame dell'acciaio Corten e la grande superficie catodica esposta agli agenti atmosferici che esso costituisce, si potrebbero generare alte correnti di corrosione, soprattutto nel caso in cui il manufatto zincato da accoppiare sia di superficie ridotta (ad es. bulloneria, staffe, basi di parapetti, ecc.), che porterebbero ad un rapido consumo del rivestimento di zinco, vanificandone l'utilità.

La soluzione è quella di interporre tra i due acciai un mezzo atto a isolare elettricamente i materiali (per es. manicotti plastici attorno ai bulloni, fogli plastici tra le zone di appoggio): in questo modo si interrompe il circuito elettrico responsabile della corrosione sfruttando al meglio le proprietà dell'acciaio Corten e degli accessori zincati.

Tutte le **opere in ferro** (parapetti scale e ballatoi, recinzioni, cancelli, piccole carpenterie, scale, manufatti vari, ecc.) saranno realizzate come da disegni esecutivi, zincate (se esterne) e verniciate con colore RAL a scelta DL.

I materiali devono essere nuovi ed esenti da difetti visibili ed occulti in qualsiasi profilo commerciale o composto.

Nel prezzo è compreso ogni onere per lavorazioni in officina e/o in opera, per trasporti, tiri in alto, puntelli e montaggi, per sfridi, irrigidimenti, controventi, fissaggi, emaco sottoplastre, tirafondi, zanche, piastre, dadi e bulloni. Se la voce di prezzo esclude specificatamente la zincatura e/o la verniciatura e i gradini e pianerottoli realizzati con grigliati zincati o con lamiere forate questi verranno compensati con i relativi articoli.

Se non diversamente specificato sugli elaborati esecutivi, i manufatti saranno realizzati con ferro di classe S 275 (Fe 430) e bulloni in Classe 8.8, in AISI 304 satinato se in acciaio inox.

#### RECINZIONI – CANCELLI

Norme di riferimento per recinzioni

- UNI EN 10218-1 – Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità – Metodi di prova
- UNI EN 10218-2 – Filo di acciaio e relativi prodotti – Generalità – Dimensioni e tolleranze dei fili
- UNI EN 10142:2002 Rivestimento con resine poliestere su materiale zincato a caldo
- UNI EN 10223-1:1999 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Filo spinato di acciaio rivestito di zinco o di lega di zinco
- UNI EN 10223-2:2007 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Parte 2: Reti di acciaio a maglie esagonali utilizzate in agricoltura, nell'isolamento e nelle recinzioni
- UNI EN 10223-3:1999 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Reti di acciaio a maglie esagonali per impieghi industriali
- UNI EN 10223-4:2000 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Recinzioni in rete elettrosaldata
- UNI EN 10223-5:2000 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Recinzioni in rete a maglia annodata
- UNI EN 10223-6:2000 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Recinzioni in rete a semplice torsione
- UNI EN 10223-7:2006 Fili e prodotti trafilati di acciaio per recinzioni - Parte 7: Pannelli in filo di acciaio saldati - Per recinzioni
- UNI EN 10244-2 – Fili e prodotti trafilati di acciaio – Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio – Rivestimenti di zinco o leghe di zinco – marzo 2003-09-11
- UNI EN 10245-2 – Fili e prodotti trafilati di acciaio – Rivestimenti organici sui fili di acciaio – Fili rivestiti in PVC
- UNI EN 12839:2002 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi per recinzioni

- UNI EN 13438:2006 Pitture e vernici - Rivestimenti con polveri organiche di prodotti di acciaio galvanizzati o sherardizzati (cementazione allo zinco) utilizzati nelle costruzioni

Norme di riferimento per cancelli

- UNI 8612 Cancelli e portoni motorizzati - Criteri costruttivi e dispositivi di protezione contro gli infortuni
- UNI EN 13241-1 Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage: conformità alle direttive europee grazie alla norma
- UNI EN 12978 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage. Dispositivi di sicurezza per porte e cancelli motorizzate - Requisiti e metodi di prova. Garage
- UNI EN 16005 "Porte pedonali motorizzate – Sicurezza in uso – Requisiti e metodi di prova"
- Direttiva 98/37/CE, 93/68/CE, 92/31/CE, 93/68/CE, 42:2006/CE, 108:2004/CE per compatibilità elettromagnetica, 99/5/CE per radio controlli, EN 301 489-1, EN 489-3 EN 300 200-2 EN 62311:2008, EN 60950-1:2006, EN 12604 e EN 12605 per elementi costruttivi meccanici, EN 12453 e EN 12445 per installazione, EN 12978 per dispositivi di sicurezza.
- Linea Guida relativa alla norma EN 16005 per la sicurezza in uso delle porte pedonali motorizzate (PPD, Power-operated Pedestrian Doorsets);
- UNI EN 12209 La norma di prodotto per le serrature
- UNI EN 12433-1:2001 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Terminologia - Tipi di porte
- UNI EN 12433-2:2001 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Terminologia - Parti di porte
- UNI EN 12444:2002 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Resistenza al carico del vento
- Prove e calcoli
- UNI EN 12445:2002 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Sicurezza in uso di porte motorizzate - Metodi di prova
- UNI EN 12453:2002 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Sicurezza in uso di porte motorizzate - Requisiti
- UNI EN 12489:2002 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Resistenza alla penetrazione dell'acqua - Metodo di prova
- UNI EN 12604:2002 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Aspetti meccanici - Requisiti
- UNI EN 12605:2001 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Aspetti meccanici - Metodi di prova
- UNI EN 12635:2003 - Porte e cancelli industriali, commerciali e da garage - Installazione ed utilizzo.
- "EN 12650-1 e 2 - Accessori per l'edilizia - Porte pedonali motorizzate Parte 1: Requisiti del prodotto e metodi di prova aggiornamenti. Classe A e Classe B; livelli di protezione - Le due nuove norme europee per la CPD per le chiusure pedonali automatizzate: "
- GUIDA UNAC N. 1 PER LA MOTORIZZAZIONE DEI CANCELLI SCORREVOLI
- GUIDA UNAC N. 2 PER LA MOTORIZZAZIONE DEI CANCELLI A BATTENTE
- GUIDA UNAC N. 8. PER L'INSTALLAZIONE DI BARRIERE MOTORIZZATE.

**Recinzione in grigliato** su muretto in c.a in opera o prefabbricato o su plinti. La recinzione in grigliato elettrofuso sarà costituita da pannelli modulari con piantane annegate in apposite asole lasciate nel muretto o nei plinti; i bulloni di fissaggio dei pannelli saranno in acciaio inox antieffrazione. Sono compresi pezzi speciali, fuori standard, tagli, sfridi, ecc.

**Recinzione in rete plastificata** con filo metallico zincato con rivestimento plastico polivinilico colorato, a maglia quadra o romboidale, di diametro mm 2.9, con fili tenditori e di irrigidimento, costituiti da 2 o più vivagni orizzontali intermedi e a croce di S. Andrea, con sostegni verticali realizzati con tubolari metallici con sezione min di diametro 60 mm e rivestimento plastico polivinilico colorato ad interasse adeguato, compresa la messa in opera e dadi di fondazione (profondità di infilaggio min 70 cm) secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

## **GUARD-RAIL**

Normativa di riferimento

- DECRETO 28 giugno 2011 Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale (GU n. 233 del 6 ottobre 2011)
- Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 3065 del 25 agosto 2004 - Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- UNI EN 1317-3:2010 Barriere di sicurezza stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 2367 del 21 giugno 2004 - Terminologia e criteri generali per i metodi di prova relative alle barriere di sicurezza stradali -Norma UNI EN 1317

Classificazione in relazione al livello di contenimento:

Classe	Contenimento
N1	Minimo
N2	Medio
H1	Normale
H2	Elevato
H3	Elevatissimo
H4	Per tratti ad altissimo rischio

Barriere metalliche-guardrail, rette o curve, fornite e poste in opera su terreno, su opera d'arte o su pavimentazione, del tipo corrispondente alle Classi previste dal DM e dagli elaborati di progetto, complete di ogni elemento costruttivo (montanti, nastri, distanziatori, bulloni, piatti superiori, tiranti terminali con relativi attacchi, catadiottri, terminali, pezzi speciali, elementi curvi, distanziatori, dissipatori, elementi di raccordo, piastre di ancoraggio, tirafondi, zincatura e quant'altro occorre), del perfetto allineamento sia planimetrico che altimetrico, la calandratura dei nastri in curva, di ogni magistero, nessuno escluso, ed oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriere così come indicato nelle norme tecniche. La qualità dei materiali forniti dovrà essere certificata con le modalità prescritte dalla Circolare Ministeriale dei LL. PP. n. 2357 del 16.5.1996.

**In ogni caso, dovrà essere sottoposto preventivamente alla D.L. ed agli enti competenti il progetto costruttivo della barriera redatto da tecnico specializzato abilitato sulla base del progetto esecutivo e del modello approvato per la fornitura, contenente le indicazioni per la posa in opera ed attestante l'idoneità del modello prescelto all'installazione specifica prevista dal progetto esecutivo. Il progetto costruttivo dovrà inoltre prestare particolare attenzione e descrivere le modalità individuate per raccordi e/o sovrapposizioni con le barriere stradali esistenti.**

## CARPENTERIA

Le caratteristiche delle carpenterie metalliche, dei bulloni, delle saldature e delle unioni in genere saranno indicate negli elaborati di progetto. I materiali devono essere nuovi ed esenti da difetti visibili ed occulti. Nel prezzo è compreso ogni onere per lavorazioni in officina e/o in opera, per trasporti, tiri in alto, puntelli e montaggi, per sfridi, irrigidimenti, controventi, fissaggi, tirafondi, zanche, dadi e bulloni, getti di inghisaggio e di riempimento in emaco, baggioli di appoggio internamente alle murature. Se specificatamente indicato è esclusa la sola zincatura e/o la verniciatura descritte e previste in altri articoli.

## GRIGLIATI

Grigliati zincati elettrosaldati/pressati.

Normativa di riferimento:

- DM 14.06.1989 N. 236

- UNI 11002-1:2009 Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato - Parte 1: Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova per pannelli per applicazioni in piani di calpestio e carrabili

- UNI 11002-2:2009 Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato - Parte 2: Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova per gradini
- UNI 11002-3:2002 Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato - Campionamento e criteri di accettazione per pannelli per applicazioni in piani di calpestio, carrabili e gradini
- UNI EN ISO 1461:1999 Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova

#### Classi di carico

- Classe 1 (folla compatta) riferimento D.M. Norme Tecniche Costruzioni;
- Classe 2 (autovetture) riferimento D.M. Norme Tecniche Costruzioni;
- Classe 3 (autocarri leggeri) massa totale a terra fino a 6000 kg.
- Classe 4 (autotreno/autoarticolato) riferimento Codice della Strada.

Folla compatta – Classe 1 - Il carico dinamico di 6 kN/m<sup>2</sup> è conforme al D.M. Norme Tecniche Costruzioni; paragrafo 3.1.4, Tabella 3.1.II, Categoria E

Autovetture – Classe 2 - Il carico dinamico di 10 kN su impronta di mm 200x200 è conforme al D.M. Norme Tecniche Costruzioni; paragrafo 3.1.4, Tabella 3.1.II, Categoria F

Autocarri leggeri – Classe 3 - Carico dinamico su impronta 400 x 200 (mm) asse anteriore kg 2000 : 2 x 1,5 = kg 1500 ~ 1500 daN; asse posteriore kg 4000 : 2 x 1,5 = kg 3000 ~ 3000 daN 1 kg = ~ 1 daN

Sono state prese in esame le masse a terra degli assi anteriori e posteriori dei mezzi in circolazione moltiplicandole per un coefficiente medio K pari a 1,5 (effetto frenata o accelerazione) in conformità alle usuali specifiche tecniche.

Autotreni – Classe 4 - Il Codice della Strada, Articolo 62, Punto 5, specifica che, qualunque sia il tipo di veicolo, la massa gravante sull'asse più caricato non deve eccedere le 12 tonnellate. Pertanto si ha:

Carico dinamico su impronta 600 x 250 (mm) kg 12000 : 2 x 1,5 = kg 9000 ~ 9000 daN

Sono state prese in esame le masse a terra degli assi anteriori e posteriori dei mezzi in circolazione moltiplicandole per un coefficiente medio K pari a 1,5 (effetto frenata o accelerazione) in conformità alle usuali specifiche tecniche.

Tutte le superfici dei grigliati dovranno essere fornite zincate a caldo e dimensionate come da progetto esecutivo, in maniera tale da limitare a casi eccezionali il ricorso in cantiere a tagli, saldature o forature. In ogni caso in cui lo strato di zincatura a caldo sia per qualsiasi ragione compromesso, l'Appaltatore dovrà, previa autorizzazione della DL, ripristinare la protezione mediante trattamento di zincatura a freddo.

Nelle forniture sono comprese anche le strutture in acciaio di sostegno con relativi fissaggi alle murature (telai di bordo, travi rompitratta ecc.).

Nei grigliati esterni andranno installati anche sistemi di aggancio e ritenuta del grigliato tipo a cicogna o similare.

I grigliati dovranno essere forniti in pannelli finiti e sagomati a disegno.

I pannelli affiancati dovranno presentare i ferri piatti, o gli elementi di collegamento trasversali, allineati.

Le aperture nelle quali saranno fissati i grigliati, in corrispondenza dei bordi su cui poggeranno i piatti portanti, ospiteranno dei profili metallici che avranno la funzione, oltre che di garantire un idoneo piano d'appoggio per i pannelli, di costituire un sicuro punto di ancoraggio per i dispositivi di fissaggio.

La soluzione che l'Appaltatore riterrà più idonea dovrà comunque essere approvata dalla DL in sede di campionatura.

L'Appaltatore dovrà infine produrre una verifica statica sulla soluzione adottata con particolare riferimento alla deformabilità dell'insieme grigliato-sottostruttura.

#### ZINCATURA

- UNI EN ISO 1461: 1999 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova.

- UNI EN 10240:1999 Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.

- UNI EN 746-4:2002 Apparecchiature di processo termico industriale - Requisiti di sicurezza particolari per apparecchiature di processo termico per zincatura con immersione a caldo

- UNI EN 1179: 2007 Zinco e leghe di zinco – Zinco primario
- UNI EN ISO 14713: 2010 Protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi. Parte 1: principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione; Parte 2: rivestimenti di zincatura per immersione a caldo.
- UNI EN 10142:2002 Rivestimento con resine poliestere su materiale zincato a caldo ?
- UNI EN 10327 / 2004 Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura

Tutti gli elementi esterni o di copertura in ferro e acciaio, e quelli interni ove previsto, dovranno essere zincati a caldo con trattamento di protezione contro la corrosione mediante immersione in vasche contenenti zinco fuso alla temperatura di circa 440-460 °C previo decapaggio, lavaggio, ecc. e quanto altro necessario per ottenere un prodotto finito conforme alle norme.

Manufatti contenenti una combinazione di colate ed altri acciai e superfici arrugginite devono essere abrase e pulite prima di essere galvanizzate. Le schegge di saldatura devono essere rimosse attraverso l'uso di paste abrasive, fiamme o pistole ad aria compressa. Evitare spazi ristretti tra le superfici, superfici sovrapposte ed angoli e scanalature appoggiate. Quando piccole sovrapposizioni sono inevitabili, è necessario sigillare i margini mediante saldatura. Infatti, quando lasciate aperte, piccole fessure possono permettere l'intrappolamento di acido che può successivamente fuoriuscirne danneggiando il rivestimento. Se le superfici a contatto non possono essere evitate, dovrebbe essere posto un buco del diametro di 6 mm per ogni 100 cm<sup>2</sup> di area sovrapposta ed il perimetro delle aree a contatto dovrebbe essere saldato in modo continuo. Tali fori assicurano la sicurezza del personale e prevengono danni all'articolo. Non devono mai essere presenti sezioni chiuse. Le sezioni dovrebbero essere interconnesse usando giunture aperte ad angolo, oppure dovrebbero essere posti dei buchi di interconnessione prima della saldatura. Alternativamente possono essere posizionati dei buchi esterni: tale metodo è spesso quello preferito poiché una veloce ispezione visiva mostra se il manufatto è adatto per la zincatura oppure se è pericoloso. Le superfici finali dei tubi dovrebbero essere lasciate aperte oppure adattate con dei tappi removibili. Le piccole strutture tubolari devono essere saldate, con buchi di diametro non minore a 6 mm. Per irrigidire una struttura con l'ausilio di squadrette di rinforzo oppure con rinforzi interni di profili a doppia T o ad U, si deve stare attenti a dare angoli smussati oppure bucati per: 1) prevenire l'intrappolamento di aria in sacche o spigoli, permettendo così il completo accesso dell'acido e dello zinco fuso sulla superficie interna dell'oggetto; 2) facilitare il drenaggio durante il ritiro dalle vasche dell'acido e di risciacquo e dal bagno di zincatura. Porre buchi di almeno 13 mm di diametro nelle superfici finali e nei rotoli di acciaio per permettere l'accesso dello zinco fuso nel bagno di zincature ed il drenaggio durante il ritiro. Parti in movimento quali maniglie, cardini, catene richiedono un raggio di tolleranza minimo per permettere una zincatura completa ed uniforme.

Lo spessore di rivestimento non dovrà essere inferiore ai minimi indicati dalle norme EN-ISO 1461 ed in particolare:

TABELLA PER LA DEFINIZIONE DELLO SPESSORE DEL RIVESTIMENTO SU PEZZI NON CENTRIFUGATI (EN ISO 1461)			
Articoli e spessori	Minimo spessore locale del rivestimento [µm]		Minimo spessore medio del rivestimento [µm]
Acciaio $\geq 6$ mm	70		85
3 mm $\leq$ Acciaio < 6 mm	55		70
1,5 mm $\leq$ Acciaio < 3 mm	45		55
Acciaio < 1,5 mm	35		45



Fusioni $\geq 6$ mm	70	80
Fusioni $< 6$ mm	60	70

TABELLA PER LA DEFINIZIONE DELLO SPESSORE DEL RIVESTIMENTO SU PEZZI CENTRIFUGATI (EN ISO 1461)

Articoli e spessori		Minimo spessore locale del rivestimento [ $\mu\text{m}$ ]	Minimo spessore medio del rivestimento [ $\mu\text{m}$ ]
Articoli filettati	diametro $\geq 20$ mm	45	55
	$6 \text{ mm} \leq \text{diametro} \leq 20 \text{ mm}$	35	45
	diametro $\leq 6$ mm	20	25
Altri articoli (comprese fusioni)	$\geq 3$ mm	45	55
	$< 3$ mm	35	45

Conversione dello spessore del rivestimento di zinco

$\mu\text{m}$	35	45	55	65	75	85	100
$\text{g/m}^2$	250	320	390	460	515	605	710

Aspetto e caratteristiche della zincatura. All'esame visivo il rivestimento non dovrebbe presentare bolle, punte, aree scoperte, ruvidità, e non dovrebbero esservi residui del flussante. E' molto difficile zincare alcuni manufatti ed ottenere una superficie pulita e liscia in ogni punto. E' possibile che piccole quantità di cenere o qualche goccia di zinco vengano trattenute negli angoli. Lo zinco o la cenere di zinco, ove presente, non devono trovarsi in posizioni che interferiscono con l'utilizzo previsto del manufatto.

Qualità dello zinco usato per il rivestimento. Lo zincatore deve operare affinché lo zinco nel bagno sia conforme alla norma EN 1179. Ovvero il bagno non deve contenere più dell'1,5% di impurezze totali, che non siano ferro o stagno.

Zona che lo zincatore può ritoccare. Anche nei migliori e più regolamentati impianti di zincatura può capitare che si debba ritoccare una zona scoperta molto piccola. Il motivo, in genere, per cui in certe piccole zone il rivestimento non "attacca" è dovuto a qualche sostanza sull'acciaio che il decapaggio non ha potuto eliminare. La zona ritoccata viene limitata allo 0,5% della superficie totale dell'acciaio ed ogni singolo ritocco non deve superare i 10 centimetri quadrati.

I pezzi zincati vengono lasciati raffreddare all'aria o in acqua e successivamente sono pesati per determinare lo spessore del rivestimento di zinco.

E' indispensabile che la preparazione dei collegamenti tra gli elementi sia effettuata perlopiù in officina al fine di eliminare gli interventi di ripresa della zincatura in fase di montaggio.

## 16 SOTTOFONDI - MASSETTI - CAPPE

Normativa di riferimento:

- UNI 10329:1994 Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

- UNI 10827:2012 Massetti - Rivestimenti di legno per pavimentazioni - Determinazione della resistenza meccanica alle sollecitazioni parallele al piano di posa
- UNI 11371:2010 Massetti per parquet e pavimentazioni di legno - Proprietà e caratteristiche prestazionali
- UNI EN 13318:2002 Massetti e materiali per massetti – Definizioni
- **UNI EN 13813:2004 Massetti e materiali per massetti - Materiali per massetti - Proprietà e requisiti**
- UNI EN 13454-1:2005 Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio - Parte 1: Definizioni e requisiti
- UNI EN 13454-2:2007 Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio - Parte 2: Metodi di prova
- UNI EN 13892-1:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 1: Campionamento, confezionamento e maturazione dei provini
- UNI EN 13892-2:2005 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 2: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione
- UNI EN 13892-3:2004 Metodi di prova per materiali per massetti - Parte 3: Determinazione della resistenza all'usura con il metodo di Böhme
- UNI EN 13892-4:2005 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 4: Determinazione della resistenza all'usura BCA
- UNI EN 13892-5:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 5: Determinazione della resistenza all'usura dovuta alle ruote orientabili dei materiali per massetti per lo strato di usura
- UNI EN 13892-6:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti- Parte 6: Determinazione della durezza superficiale
- UNI EN 13892-7:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 7: Determinazione della resistenza all'usura dovuta alle ruote orientabili dei materiali per massetti con rivestimento
- UNI EN 13892-8:2004 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 8: Determinazione della forza di adesione
- UNI EN 14016-1:2004 Leganti per massetti a base di magnesite - Magnesite caustica e cloruro di magnesio - Definizioni, requisiti
- UNI EN 14016-2:2004 Leganti per massetti a base di magnesite - Magnesite caustica e cloruro di magnesio - Metodi di prova
- **UNI EN 14063-1:2005 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ - Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera**
- UNI EN 14063-2:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ - Parte 2: Specifiche per i prodotti messi in opera
- **UNI EN 14316-1:2005 Isolanti termici per edilizia - Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di perlite espansa (EP) - Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera**
- **UNI EN 14316-2:2007 Isolanti termici per edilizia - Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di perlite espansa (EP) - Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera (aggregato di perlite (EPA) - perlite rivestita (EPC) - perlite idrofuga (EPH) - perlite premiscelata (EPM))**

#### Leganti

- UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati – Classificazione e composizione
- UNI 9606 Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione
- UNI EN 196 Metodi di prova dei cementi
- UNI EN 197 -1 Cemento — Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo
- UNI EN 13454-1 Leganti, leganti compositi e miscele realizzate in fabbrica per massetti a base di solfato di calcio – Definizioni, requisiti
- UNI EN 13892 Metodi di prova dei materiali per massetti
- UNI EN 14016-1 Leganti per massetti a base di magnesite – Magnesite caustica e cloruro di magnesio – Definizioni, requisiti
- UNI EN 14216 Cemento – Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso

#### Resine sintetiche

- DIN 16945 Resine bicomponenti, mezzi di reazione e masse di resina bicomponente – Metodi di prova

#### Aggregati

- UNI EN 932 Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati
- UNI EN 933 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati
- UNI EN 1367 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati
- UNI EN 1744 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati
- UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- UNI EN 13139 Aggregati per malta
- UNI EN 13055-1 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione

### MASSETTI

#### Massetto armato in cls

Ove previsto negli elaborati di progetto esecutivo sono previsti massetti o solette in cls di vario spessore, in piano o pendenzati, armati con rete elettrosaldata, come da elaborati esecutivi e art. seguenti.

Di norma i massetti saranno realizzati a protezione delle guaine di impermeabilizzazione, a supporto delle pavimentazioni dei marciapiedi, a supporto di altre pavimentazioni esterne.

Materiali: calcestruzzo Rck 3,0 KgN/cm<sup>2</sup>; rete elettrosaldata diametro 6 mm e maglia cm 15x15 (o altra armatura indicata in progetto) posata su distanziatori, con pannelli sovrapposti fra loro di almeno una maglia nei due sensi.

Dovranno essere predisposti opportuni giunti a grandi riquadri (ogni 25 m<sup>2</sup> max) e il massetto dovrà essere separato da ogni struttura verticale mediante fogli di polistirolo spessore cm 1 a meno che il progetto non preveda espressamente il vincolo su un lato (soletta labile).

Il massetto dovrà presentare le pendenze previste nel progetto esecutivo ed ogni altro magistero per garantire un sicuro allontanamento dell'acqua piovana.

Per il rispetto di quote e pendenze si impiegheranno sponde di guida metalliche disposte perfettamente alla quota del piano finito (a meno che il massetto sia confinato da cordoli o altri elementi architettonici), il livellamento del calcestruzzo avverrà con l'impiego di stagge metalliche rettilinee a scorrere sulle sponde guida. La finitura superficiale sarà eseguita con l'impiego di frattazzi lunghi metallici. Ove richiesto sarà realizzata con macchine elicoteratrici.

E' compresa la formazione di giunti di interruzione di getto e di dilatazione, la carpenteria perimetrale, il livellamento del sottofondo su cui gettare la soletta, la formazione di pendenze, tagli e sfridi, l'onere di utilizzo della pompa o di gru per il getto, la lisciatura dello stesso, ed ogni altro magistero per una riuscita dell'opera a regola d'arte.

#### Resistenza a flessione

Carico di lavoro espresso in KN/m<sup>2</sup> per spessore del massetto (DIN 18560-2)

	25 mm	30 mm	35 mm	40 mm	45 mm	50 mm	60 mm	70 mm	80 mm
2,5 N/mm <sup>2</sup>	0,8	1,1	1,5	2,0	2,5	3,1	4,4	6,0	7,8
3,0 N/mm <sup>2</sup>	0,9	1,3	1,8	2,4	3,0	3,7	5,3	7,2	9,4
3,5 N/mm <sup>2</sup>	1,1	1,5	2,1	2,7	3,5	4,3	6,2	8,4	-
4,0 N/mm <sup>2</sup>	1,2	1,8	2,4	3,1	4,0	4,9	7,1	-	-
4,5 N/mm <sup>2</sup>	1,4	2,0	2,7	3,5	4,5	5,5	7,9	-	-
5,0 N/mm <sup>2</sup>	1,5	2,2	3,0	3,9	5,0	6,1	-	-	-
5,5 N/mm <sup>2</sup>	1,7	2,4	3,3	4,3	5,5	6,7	-	-	-
6,0 N/mm <sup>2</sup>	1,8	2,6	3,6	4,7	6,0	7,3	-	-	-

## 18 OPERE DA VERNICIATORE

Normative europee applicabili:

- UNI EN ISO 4618:2007 Pitture e vernici - Termini e definizioni
- UNI EN ISO 4628-1÷6 Pitture e vernici – Valutazione del degrado dei rivestimenti – Indicazione della quantità e delle dimensioni
- **UNI EN 15824:2009 Specifiche per intonaci esterni e interni a base di leganti organici**
- UNI EN 1062-1:2005 Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni - Parte 1: Classificazione
- UNI EN 1062-3:2008 Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida
- UNI EN 1062-6:2003 Pitture e vernici - Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica
- UNI EN 1062-7:2005 Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni - Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura
- UNI EN 1062-11:2003 Pitture e vernici - Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Metodi di condizionamento prima delle prove
- UNI EN 13300:2002 Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni - Classificazione.
- UNI EN ISO 4624:2006 Pitture e vernici - Misura dell'adesione mediante prova di trazione
- UNI ISO 4627 Prodotti vernicianti. Valutazione della compatibilità di un prodotto con la superficie da verniciare. Metodi di prova.
- UNI EN ISO 28199-1:2009 Pitture e vernici - Valutazione delle proprietà dei rivestimenti in funzione del processo d'applicazione - Parte 1: Terminologia e preparazione dei pannelli di prova
- UNI EN ISO 7142 "Leganti per pitture e vernici - Resine epossidiche - Metodi generali di prova"
- UNI 8752:1985 Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Classificazione, terminologia e strati funzionali.
- UNI 8753:1985 Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Analisi dei requisiti.
- UNI 8754:1985 Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova.
- UNI EN 13300 "Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni - Classificazione".
- UNI EN ISO 11909 "Leganti per pitture e vernici - Resine di poliisocianato - Metodi generali di prova"
- UNI EN ISO 3549 Polvere di zinco come pigmenti per pitture - Specifiche e metodi di prova
- UNI 10623:1998 Colorimetria - Compensazione delle differenze di brillantezza (gloss) nella misurazione del colore delle superfici.
- UNI EN ISO 12944-1:2001 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Introduzione generale
- UNI EN ISO 12944-2:2001 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Classificazione degli ambienti.
- UNI EN ISO 12944-3:2001 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Considerazioni sulla progettazione.
- UNI EN ISO 12944-4:2001 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superficie e loro preparazione.
- UNI EN ISO 12944-5:2008 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva
- UNI EN ISO 12944-6:2001 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Prove di laboratorio per le prestazioni.
- UNI EN ISO 12944-7:2001 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

- UNI EN ISO 12944-8:2002 Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Stesura di specifiche per lavori nuovi e di manutenzione.

- UNI 8662-1 Trattamenti del legno. Termini generali.
- UNI 8662-2 Trattamenti del legno. Termini relativi all'impregnazione e alla preservazione.
- UNI 8795 Legno. Semilavorati e prodotti finiti. Scelta dei trattamenti di impregnazione profonda.
- UNI 8859 Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante composti in soluzione acquosa di rame, cromo e arsenico (CCA).
- UNI 8940 Legno. Trattamenti preservanti. Applicazione di sostanze preservanti in solvente organico con il procedimento a doppio vuoto.
- UNI 8976 Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave mediante creosoto.
- UNI 8977 Trattamenti preservanti del legno. Requisiti, campionamento e metodi di analisi del creosoto.
- UNI 9090 Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico.
- UNI 9092-2 Trattamenti preservanti del legno. Impregnazione a pressione in autoclave. Determinazione dell'assorbimento netto di liquido impregnante.
- UNI 9784 Preservazione del legno. Guida alla scelta, all'uso ed ai procedimenti di applicazione dei preservanti del legno.
- UNI EN 152 Preservanti del legno - Determinazione dell'efficacia protettiva di un trattamento di protezione del legno in opera contro l'azzurramento - Metodo di laboratorio
- UNI EN 927-1 Pitture e vernici - Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni - Classificazione e selezione

- UNI EN 459-1 "Calci da costruzione - Definizioni, specifiche e criteri di conformità"

- UNI EN 197/1 „Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni “

### **Rivestimenti murali**

- UNI EN 233 Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica.
- UNI EN 234 Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente.
- UNI EN 235 Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli.
- UNI EN 259-1 Rivestimenti murali in rotoli - Rivestimenti murali per uso intenso – Specifiche.
- UNI EN 259-2 Rivestimenti murali in rotoli - Rivestimenti murali per uso intenso - Determinazione della resistenza agli urti
- UNI EN 266 Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.
- UNI EN ISO 11654 Acustica - Assorbitori acustici per l'edilizia - Valutazione dell'assorbimento acustico
- UNI EN 12781 Rivestimenti murali in rotoli - Specifiche per pannelli di sughero
- UNI EN 13085 Rivestimenti murali in rotoli - Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero

### **Norme generali per Tinteggiature e Verniciature**

Difetti non ammessi – verniciature:

- affioramento di ruggine sulle superfici finite; velo di annebbiamento; appiccicosità; attaccature; formazione di bollicine temporanee o permanenti; bordature; colature; bucce d'arancio; chiazze; cordonature; fori; fragilità della pellicola finale; imbiancatura dei poli; ingiallimento; macchie; opacizzazione; screpolature di ogni tipo; retinamento; punti grigi; puntature; raggrinzimento; rinvenimento del supporto; scagliatura; sfarinamento; smaltamento e setosità; sollevamento; spellatura; spruzzatura secca; pennellature.

## 24 OPERE STRADALI

Norme di riferimento:

### CONGLOMERATI BITUMINOSI

Per i conglomerati bituminosi è obbligatoria la marcatura CE secondo la direttiva 89/106/CEE concernente i prodotti da costruzione. Ai fini della marcatura CE, i produttori di conglomerati bituminosi devono essere dotati di un Controllo di Produzione in Fabbrica (CPF). La norma di riferimento per marcatura CE dei conglomerati bituminosi è la:

**- UNI EN 13108 “Miscele bituminose - Specifiche del materiale”**

Si articola in:

- Parte 1: conglomerato bituminoso prodotto a caldo;
  - Parte 2: conglomerato bituminoso per strati molto sottili;
  - Parte 3: conglomerato bituminoso con bitume molto tenero;
  - Parte 4: conglomerato bituminoso chiodato;
  - Parte 5: conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso;
  - Parte 6: asfalto colato;
  - Parte 7: conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti;
  - Parte 8: conglomerato bituminoso di recupero;
  - Parte 20: prove di tipo;
  - Parte 21: controllo di produzione in fabbrica.
- UNI EN 12591:2009 Bitumi e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali
- UNI EN 12970 Mastice d'asfalto per impermeabilizzazione - Definizioni, requisiti e metodi di prova
- UNI EN 12697 Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo
- UNI EN 13043:2004 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico;**
- UNI EN 13055 - 2: 2005 “Aggregati leggeri — Parte 2: Aggregati leggeri per miscele bituminose e trattamenti superficiali e per applicazioni non legate e legate”**

Per gli inerti vale anche il DM 16 novembre 2009 che definisce i metodi di attestazione della conformità e le caratteristiche tecniche degli aggregati per i conglomerati bituminosi e miscele bituminose, nonché i termini di impiego per quelli privi di marcatura CE o con marcatura non conforme a quanto previsto dal decreto stesso, e quindi:

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota sagoma densità e portanza prestabiliti per le tipologie ed i materiali utilizzati. Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto granulometrico o cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto granulometrico o cementato stesso. Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; Tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione dello 0.5 kg/m<sup>2</sup>. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L., in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego anche di più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere palmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre mediante taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali dei vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm. 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia

di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione, lo stato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, relativa all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. CNR n° 40 (30.03.1973), su carote di 15 cm. Di diametro; il valore dovrà risultare dalla media di due prove. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi privi di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m., posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

### **Conglomerato bituminoso per strato di base**

#### **Generalità**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

#### **Inerti**

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

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 n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;

- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

#### Legante

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

TABELLA "BITUMI DI BASE"		BITUME "A"	BITUME "B"
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 85	85 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ +10 / ≤ 283

L' indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

indice di penetrazione =  $20 u - 500 v / u + 50 v$  dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v =  $\log. 800 - \log. \text{penetrazione bitume in dmm (a 25°C.)}$ .

#### Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:



Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

#### Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e

quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato. Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi

uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

### **Conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) e di usura**

#### **Generalità**

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 C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

#### **Inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

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 n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

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.

Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

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%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per

l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;

- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

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.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953, ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura  $2 \pm 5$  mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

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 dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il  $6 \pm 8\%$  di bitume ad 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 dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

#### Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nei punti precedenti.

#### Miscela

1) 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 U.N.I	Passante: % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	$65 \div 100$
Crivello 10	$50 \div 80$
Crivello 5	$30 \div 60$
Setaccio 2	$20 \div 45$
Setaccio 0,4	$7 \div 25$
Setaccio 0,18	$5 \div 15$
Setaccio 0,075	$4 \div 8$

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- 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 rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).

- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 e 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 alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I		Passante: % totale in peso	Passante: % totale in peso
		Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello	20	100	--
Crivello	15	90 – 100	100
Crivello	10	70 – 90	70 – 90
Crivello	5	40 – 55	40 – 60
Setaccio	2	25 – 38	25 – 38
Setaccio	0,4	11 – 20	11 – 20
Setaccio	0,18	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0,075	6 – 10	6 – 10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (ad esempio quote elevate).

Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al 10%  $\pm$  2%. Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

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 quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative.

Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

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.

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

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 fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da kg 0,3 a kg 0,6 per ogni 100 kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori. L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti,

silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ( $\Delta$  %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."

### Utilizzo di bitumi modificati

Ove previsto dal progetto esecutivo od ove richiesto dalla Direzione Lavori i conglomerati dovranno essere realizzati con l'utilizzo di bitumi modificati.

I leganti bituminosi semisolidi, utilizzati per il confezionamento dei conglomerati impiegati nel campo stradale, sono:

- i bitumi semisolidi normali, derivati dal processo di distillazione;
- i bitumi semisolidi modificati, caratterizzati dalla presenza, nel bitume, di sostanze modificanti (con % in peso < del 20%).

I bitumi semisolidi modificati sono contraddistinti attraverso:

- la classe di appartenenza del bitume;
- la tipologia del modificante utilizzato;
- il tipo di modifica, "soft" (leggera) o "hard" (forte), funzione sia della percentuale di modificante, che della tecnologia utilizzata per effettuare la modifica stessa.

A titolo di esempio si riportano nella seguente Tabella i requisiti di accettazione di due bitumi modificati, con modifica soft e hard, contenuti nelle norme tecniche di appalto della società Autostrade.

Gli agenti modificanti sono generalmente polimeri (elastomeri e plastomeri), naturali o sintetici. Essi vengono utilizzati al fine di diminuire la suscettibilità termica nel campo di variabilità delle temperature di servizio e di migliorare le caratteristiche reologiche dei leganti bituminosi semisolidi. I polimeri più utilizzati nel settore delle costruzioni stradali possono essere classificati in quattro categorie:

- polimeri termoplastici detti plastomeri come il polietilene, il polipropilene e l'etilenevinilacetato caratterizzati da un progressivo rammollimento al riscaldamento e dal passaggio allo stato liquido alla temperatura di fusione;
- polimeri elastici o elastomeri non termoplastici come le gomme naturali, quelle vulcanizzate, quelle riciclate, le gomme butiliche ed il neoprene, caratterizzati dal fatto che al riscaldamento si decompongono prima di arrivare alla fusione;
- polimeri elasto-termoplastici o elastomeri termoplastici come lo stirolo-butadiene-stirolo e l'etilenevinilacetato aventi caratteristiche intermedie rispetto a quelli termoplastici ed elastici;
- resine sintetiche come quelle epossidiche, poliuretaniche e poliestere caratterizzate dall'indurimento per aggiunta di un catalizzatore o per esposizione al calore.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 5.3, 5.7, 5.8. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel

tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 ° C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

**Valori indicativi dei requisiti di accettazione per bitumi semisolidi modificati "soft" e "hard".**

Catatteristiche della modifica	Unità di misura	Norma	Soft	Hard
Penetrazione a 25°C	[dmm]	EN1426 CNR b.u. 24/71	50÷60	50÷70
Punto di rammollimento	[°C]	EN1427, CNR b.u. 35/73	52÷70	55÷70
Punto di rottura Fraas	[°C]	CNR b.u. 43 /74	≤-12	≤-12
Duttilità [cm]	[cm]	EN 12592 CNR b.u. 44/1974	≥100	≥80
Solubilità in solventi organici [%]	[%]	PrEN 13072-2 CNR b.u. 48/1975	≥99	-
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	[%]	CNR b.u. 50/76	≤0,5	-
Indice di penetrazione	-	-	-1 ÷ +1	+1 ÷ +3
Viscosità dinamica [Pa s] a 60°C a 80 °C a 160°C	[Pa s]	PrEN 13072-2 (VSS- SN671722)	400÷500 - 0.5÷1.0	- 180÷450 0.2÷1.8

Nello strato di usura la miscela finale degli aggregati grossi deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con CLA ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10% qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

**Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura**

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie



ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilo-clotoide, rettilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

#### Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

#### Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

Legante "E" : legante tipo "B" + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butadiene stirene a struttura radiale

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	35 - 45
Punto di rammollimento	K	333-343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2 – 2

Legante "F" : legante tipo "B" + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butadiene stirene a struttura radiale

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 70
Punto di rammollimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2 – 1.8

#### Miscela

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente: "granulone", "intermedio" e "monogranulare", che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

Passante totale in peso %

Serie crivelli e setacci UNI	Fuso A “Granulone”	Fuso B “Intermedio”	Fuso C “Monogranulare”,
Crivello 20	100	100	100
Crivello 15	80 - 100	90 - 100	100
Crivello 10	15 - 35	35 - 50	85 - 100
Crivello 5	5 - 20	10 - 25	5 - 20
setaccio 2	0 - 12	0 - 12	0 - 12
setaccio 0,4	0 - 10	0 - 10	0 - 10
setaccio 0,18	0 - 8	0 - 8	0 - 8
setaccio 0,075	0 - 6	0 - 6	0 - 6

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima: miscela “granulone” (fuso A)
- drenabilità elevata: miscela “intermedio” (fuso B)
- drenabilità buona: miscela “monogranulare” (fuso C)

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita “tubo di Kundt” su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento “ $\alpha$ ” in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento ( $\alpha$ )
400 – 630	$\alpha > 0,15$
800 – 1600	$\alpha > 0,30$
2000 – 2500	$\alpha > 0,15$

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di  $\alpha$  dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento $\alpha$
400 - 630	$\alpha > 0,25$
800 - 1250	$\alpha > 0,50$
1600 - 2500	$\alpha > 0,25$

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso “A” e 600 kg per quelli con Fusi “C” e “B”.
- Il valore del modulo di rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso “A” ed a 250 per i Fusi “B” e “C”; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di seguito indicati:

miscela “granulone”, (fuso A) 16% - 18%

miscela “intermedio” (fuso B) 14% - 16%

miscela “monogranulare” (fuso C) 12% - 14%

I provini per le misure di stabilità e rigidezza e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 – 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	283 K	298 K	313 K
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	0,70 – 1,10	0,25 – 0,42	0,12 – 0,20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 55	≥ 22	≥ 12

Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni già indicate in precedenza, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 413 e 423 K per le miscele ottenute con legante bituminoso di tipo "E".

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 – 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$K_v = 15 \cdot 10^{-2}$  cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm<sup>2</sup> e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm<sup>3</sup>/min per la miscela del fuso "A" e maggiore di 8 dm<sup>3</sup>/min per le miscele dei fusi "B" e "C".

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m<sup>2</sup> 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

#### **Trattamento a caldo con bitume liquido**

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ÷ 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R. del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambiente inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per

l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 kg/m<sup>2</sup> previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati. I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto che risulterà non incorporato nel bitume per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

### **Conglomerato riciclato**

Per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base :  $\leq 30\%$
- conglomerato per strato di collegamento :  $\leq 25\%$
- conglomerato per tappeto di usura :  $\leq 20\%$

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale

proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

#### Miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella successiva Tabella. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella.

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80—100	-	-	-	-
Crivello	25	70—95	100	100	-	-
Crivello	15	45—70	65—85	90—100	100	-
Crivello	10	35—60	55—75	70—90	70—90	100
Crivello	5	25—50	35—55	40—55	40—60	45—65
Setaccio	2	20—35	25—38	25—38	25—38	28—45
Setaccio	0,4	6—20	10—20	11—20	11—20	13—25
Setaccio	0,18	4—14	5—15	8—15	8—15	8—15
Setaccio	0,075	4—8	4—8	6—10	6—10	6—10
% di bitume		4,0—5,0	4,5—5,5	4,8—5,8	5,0—6,0	5,2—6,2

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3 - 4 cm, il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate nelle due successive Tabelle.

METODO VOLUMETRICO	Strato di pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		

Pressione verticale	Kpa	600		
Diametro del provino	mm	150		
<i>Risultati richiesti</i>				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2	>2	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25° C (**)	N/mm <sup>2</sup>			>0,6
Coefficiente di trazione indiretta <sup>15</sup> a 25 ° C (**)	N/mm <sup>2</sup>			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25° C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>				
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria				

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della D<sub>G</sub>) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

<b>METODO MARSHALL</b>	Strato di pavimentazione			
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Base</i>	<i>Binder</i>	<i>Usura</i>
Costipamento	75 colpi x faccia			
<i>Risultati richiesti</i>				
Stabilità Marshall	KN	8	10	11
Rigidità Marshall	KN/mm	> 2,5	3—4,5	3—4,5
Vuoti residui (*)	%	4—7	4—6	3—6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 ° C	N/mm <sup>2</sup>			> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 ° C	N/mm <sup>2</sup>			> 70
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>				

#### Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente. Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  per lo strato di base e di  $\pm 3$  per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in  $\pm 2$ ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in  $\pm 1,5$ . Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

#### Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea

riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90° C e 110° C.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto.

L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere inferiore al 4%, Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160° C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

#### Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsionibituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 4.9 applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m<sup>2</sup>

#### Scarificazione di pavimentazioni esistenti

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco Prezzi, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

#### Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

#### **Taglio di pavimentazione in conglomerato bituminoso**

Il taglio della pavimentazione in conglomerato bituminoso sarà eseguito mediante apposito scalpello o sega a disco. La lavorazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche.

L'operazione verrà effettuata con attrezzature e mezzi a scelta dell'Appaltatore, in funzione della propria organizzazione, purché adeguate alla tipologia delle opere da realizzare ed alle condizioni al contorno esistenti e conformi alle vigenti normative di sicurezza.

L'esecuzione delle operazioni non dovrà compromettere la funzionalità strutturale o comportare danni ad opere esistenti nell'ambito del cantiere di intervento o a terzi.

Contabilizzato per lo sviluppo effettivo del taglio; salvo specifico ordine della Direzione Lavori sarà computato solamente il primo taglio della pavimentazione esistente, ancorché risulti necessaria una parziale riprofilatura per il perfetto raccordo tra la pavimentazione stessa ed il ripristino.

#### **MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE**

Emulsione di bitume modificato

Dovrà essere impiegata una emulsione cationica con il 70% di bitume modificato residuo, tale da permettere l'applicazione su strada anche umida. Il bitume modificato emulsionato sarà fabbricato preventivamente mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri SBS nel bitume al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione, un aumento della viscosità ed una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione. Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà avere caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. I requisiti dell'emulsione di bitume modificato (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C70BP4) dovranno rispondere alle specifiche della tabella sottoindicata:

#### **EMULSIONE di BITUME MODIFICATO (tipo HELASTOVAL)**

Parametro	Normativa	Valori	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di legante (per contenuto di acqua)	UNI EN 1428	70+/-1%	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	2
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130%	4



---

Residuo bituminoso (per evaporazione)

Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	45-80 dmm	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	> 65°C	2
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	≥ 75%	5

#### PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA E OPERAZIONI DI MESSA IN OPERA

Le superfici da trattare devono essere pulite, compatte ed esenti da oli e prodotti antiaderenti, ciottoli vaganti, polvere ed in generale da parti incoerenti. Per una accurata pulizia generale delle superfici sono necessarie motosoffiatrici, motospazzatrici o qualsiasi altra apparecchiatura atta allo scopo che la DL riterrà opportuna. L'applicazione si svolgerà con le seguenti operazioni:

- spandimento, tramite autocisterna termica provvista di impianto autonomo di riscaldamento e barra di distribuzione automatica con strumentazione in grado di assicurare l'uniformità di stesa e di dosaggio, di emulsione di bitume modificato come al punto 2, tale da avere su richiesta della Direzione Lavori tra 1,0 e 1,5 kg/m<sup>2</sup> di residuo bituminoso a terra;
- spargimento uniforme di graniglia 8/12 mm (preferibilmente prebitumata con lo 0,6 - 0,8% di bitume sul peso degli inerti di pen. 50/70 o 70/100 dmm), nella quantità di 8 - 10 litri/m<sup>2</sup>, ed alla sua immediata rullatura per favorirne l'adesione alla mano di attacco. L'eventuale eccesso di graniglia o comunque quella non ancorata, dovrà essere eliminata mediante motospazzatrice aspirante. In alternativa, si potrà effettuare uno spargimento di sabbia (o di filler) di pezzatura inferiore a 3 mm in ragione di circa 2 kg/m<sup>2</sup>. Il tutto al fine di preservare il SAMI, realizzando uno strato calpestabile dai normali mezzi di cantiere.

Le lavorazioni devono essere sospese con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque sempre in caso di pioggia, forte umidità o in generale quando le condizioni meteorologiche possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

#### PAVIMENTAZIONI PER ESTERNI

##### Masselli in calcestruzzo per pavimentazione

Per i masselli in calcestruzzo per pavimentazione è obbligatoria la marcatura CE secondo la direttiva 89/106/CEE concernente i prodotti da costruzione. Ai fini della marcatura CE, i produttori di conglomerati bituminosi devono essere dotati di un Controllo di Produzione in Fabbrica (CPF). La norma di riferimento per marcatura CE dei conglomerati bituminosi è la:

**- UNI EN 1338 "Masselli in calcestruzzo per pavimentazione – Requisiti e metodi di prova".**

I prodotti devono inoltre soddisfare i seguenti parametri minimi:

Resistenza agli agenti climatici:

- Wa ≤ 6% (assorbimento d'acqua sulla massa) Appendice E

- L ≤ 1 kg/mq in media senza alcun valore singolo > 1,5 (perdita di massa dopo la prova gelo/disgelo) Appendice D

Resistenza all'abrasione:

- Li ≤ 20 mm (larghezza dell'impronta) Appendice G

Tolleranze sulle dimensioni nominali:

- Tolleranza di +/- 2 mm per la lunghezza e la larghezza e di +/- 3 mm per lo spessore Appendice C

I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, a complemento, devono rispondere a quanto segue:

- a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi, che superino le tolleranze dimensionali ammesse.
- b) le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza ± 15% per il singolo massello e ± 10% sulle medie;
- c) la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- d) il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;

- e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per un singolo elemento e  $\pm 3\%$  per la media;
- f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 13.1.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, per la sicurezza e per la posa.

#### **Lastre in calcestruzzo per pavimentazione**

Per le lastre in calcestruzzo per pavimentazione è obbligatoria la marcatura CE secondo la direttiva 89/106/CEE concernente i prodotti da costruzione. Ai fini della marcatura CE, i produttori di conglomerati bituminosi devono essere dotati di un Controllo di Produzione in Fabbrica (CPF). La norma di riferimento per marcatura CE dei conglomerati bituminosi è la:

- **UNI EN 1339 “Lastre in calcestruzzo per pavimentazione – Requisiti e metodi di prova”**

#### **Cordoli e canalette in calcestruzzo**

Per i cordoli in calcestruzzo è obbligatoria la marcatura CE secondo la direttiva 89/106/CEE concernente i prodotti da costruzione.

Ai fini della marcatura CE, i produttori di cordoli in calcestruzzo devono essere dotati di un Controllo di Produzione in Fabbrica (CPF). La norma di riferimento per marcatura CE dei cordoli in calcestruzzo è la:

- UNI EN 1340 “Cordoli di calcestruzzo per – Requisiti e metodi di prova”

- **UNI EN 1433 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità.**

#### **Arredo urbano in cls**

UNI EN 13198:2003 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Prodotti per l'arredo urbano e da giardino

#### **Ghisa**

- UNI EN 1560 Fonderia - Sistema di designazione per i getti di ghisa - Designazione simbolica e numerica
- UNI EN 1561 Fonderia - Getti di ghisa grigia
- UNI EN 1562 Fonderia - Getti di ghisa malleabile
- UNI EN 1563 Fonderia - Getti di ghisa a grafite sferoidale

#### **Altri**

- UNI EN 14904:2006 Superfici per aree sportive - Superfici multi-sport per interni – Specifiche
- UNI EN 1177:2008 Rivestimenti di superfici di aree da gioco per l'attenuazione dell'impatto - Determinazione dell'altezza di caduta critica
- UNI EN 1176:2008 Attrezzature e superfici per aree da gioco
- UNI EN 1344 Elementi per pavimentazione di laterizio – Requisiti e metodi di prova

#### **Pavimentazione in masselli autobloccanti**

Pavimentazione in masselli di calcestruzzo autobloccanti, con tipologia, dimensioni e caratteristiche descritte in progetto.

Masselli posti in opera su sottofondo in sabbia di almeno 5 cm di spessore, incluso costipamento meccanico e sigillatura con sabbia fine; schemi di posa come da elaborati esecutivi o disposizioni della DL.

Sono compresi gli oneri per formazione di pendenze, inaffiamento della superficie, serraggio ai cordoli di contenimento, sfridi, tagli a misura, carico, trasporto e scarico, la formazione di strisce o fasce di diverso colore per l'identificazione dei posti auto o per la perimetrazione delle aree pavimentate, colori a scelta DL tra quelli standard.

Per le modalità di posa e le tolleranze da accettare fare anche riferimento al “Codice di pratica per la posa in opera di masselli autobloccanti in calcestruzzo” Assobeton Ed. 2001.

### **Percorsi tattili per non vedenti**

Lastre tattili per esterni in cemento e graniglia di pietre naturali per formazione di percorsi per non vedenti, superficie antiscivolo con disegni e rilievi per le diverse tipologie di percorso, antigelive e carrabili, spessore totale 35 mm, in due strati di cui il superiore di spessore 20 mm composto da scaglie di pietre naturali, quarzi e cemento tipo 42.5 e l'inferiore di spessore 15 mm composto da sabbia e cemento tipo 42.5, poste in opera con malta di cemento su adeguato sottofondo da pagarsi a parte, nelle necessarie tipologie e dimensioni.

### **PAVIMENTI IN PORFIDO**

Dati tecnici

Pavimenti esterni

- UNI EN 12407 Roccia magmatica effusiva
- UNI EN 1936:2001 Massa volumica apparente 2.551 Kg/m<sup>3</sup>
- UNI EN 13755:2002 Assorbimento d'acqua a pressione atmosferica 0,80 %
- UNI EN 1926:2000 Resistenza a compressione 194 Mpa
- UNI EN 1926:2000 UNI EN 12371:2003 Resistenza a compressione dopo cicli di gelo e disgelo 189 Mpa
- UNI EN 14157:2005 Resistenza all'abrasione 15 mm
- UNI EN 12372:2001 Resistenza alla flessione sotto carico concentrato 12,7 Mpa
- UNI EN 1341:2003 App. "D" - UNI EN 1342:2003 App."C" Resistenza allo scivolamento piano naturale di cava 68 USRV

Pavimenti interni

- UNI EN 1341:2003 App. "D" - UNI EN 1342:2003 App."C" Resistenza allo scivolamento piano fiammato 71 USRV
- UNI EN 1341:2003 App. "D" - UNI EN 1342:2003 App."C" Resistenza allo scivolamento piano semilucido 28 USRV
- UNI EN 14231:2004 Resistenza allo scivolamento piano levigato k 120 asciutto 63
- UNI EN 14231:2004 Resistenza allo scivolamento piano levigato k 120 bagnato 31
- UNI EN 14231:2004 Resistenza allo scivolamento piano levigato k 220 asciutto 59
- UNI EN 14231:2004 Resistenza allo scivolamento piano levigato k 220 bagnato 24
- UNI EN 1341:2003 App. "D" - UNI EN 1342:2003 App."C" Resistenza allo scivolamento piano lucido in assenza di lucidatura 10 URSV

### **Pavimentazione in cubetti di porfido**

Fornitura e posa in opera di pavimento in cubetti di porfido del Trentino di tonalità a scelta della D.L., con faccia vista a piano naturale di cava e facce laterali a spacco, posati ad archi contrastanti su strato di allettamento costituito da pietrischetto di granulometria idonea (3/6 o 4/8 mm), duro pulito e ben lavato, compresa la bagnatura e la contemporanea battitura mediante adeguato vibratore meccanico previo intasamento delle fughe con pietrischetto, nuovo intasamento delle fughe con pietrischetto di granulometria idonea (ghiaia fino 2/4 mm), duro pulito e ben lavato, e sigillatura dei giunti con: a) bitume, b) sabbia e boiaccia di cemento, c) resina elastica resistente agli acidi al gelo e al calore (elastofuga) messa in opera con apposite attrezzature. L'accostamento dei manufatti ed il loro allineamento dovranno essere tali da realizzare una pavimentazione ben livellata e perfettamente in piano.

Ove previsto espressamente dal progetto esecutivo la posa si effettuerà a malta con sigillatura in sabbia e boiaccia di cemento.

Il materiale porfirico dovrà essere rispondente a quanto prescritto dal marchio di qualità "Porfido del Trentino Controllato" in relazione alla compattezza del materiale, alla assenza di piani di sfaldamento anche occulti, ed alle tolleranze di lavorazione e a quant'altro necessario per dare il lavoro a regola d'arte.

Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per trasporto, movimentazione, posa e fornitura dei materiali, sfridi, tagli a misura, smaltimento residui lavorazione alle pubbliche discariche, sigillatura e ghiaiini, eventuali giunti di frazionamento, innaffiamento, pulizia a opera ultimata, e gli oneri per la formazione delle

pendenze necessarie allo smaltimento delle acque meteoriche, scontorni di chiusini, cercini, caditoie, ecc., schema di posa secondo elaborati di progetto esecutivo.

Tipologie di posa

- ad archi contrastanti
- a file parallele
- a cerchi concentrici

Tipologie di pezzatura

- B - pezzatura 4/6 (lati min-max 3-7 cm)
- C - pezzatura 6/8 (lati min-max 5-9 cm)
- D - pezzatura 8/10 (lati min-max 7-11 cm)
- E - pezzatura 10/12 (lati min-max 9-13 cm)
- F - pezzatura 12/15 (lati min-max 11-16 cm)
- G - pezzatura 14/18 (lati min-max 13-19 cm)

### **Pavimento in lastre di porfido a correre**

Pavimento in lastre di porfido del Trentino di tonalità a scelta della D.L., con superficie lavorata e coste segate ortogonali al piano e a squadra tra loro, larghezza fissa e lunghezza variabile (fino a 60 cm) posate a correre su massetto eseguito in malta cementizia dosata a 250 kg di cemento R325 per mc di sabbia di idonea granulometria, intasamento delle fughe con sabbia e boiacca di cemento. Le lastre dovranno essere posate con la massima cura in modo da rendere le giunture quanto più possibile regolari e ben disposte su linee dritte e allineate. L'accostamento dei manufatti ed il loro allineamento dovranno essere tali da realizzare una pavimentazione ben livellata e perfettamente in piano.

Il materiale porfirico dovrà essere rispondente a quanto prescritto dal marchio di qualità "Porfido del Trentino Controllato" in relazione alla compattezza del materiale, alla assenza di piani di sfaldamento anche occulti, ed alle tolleranze di lavorazione e a quant'altro necessario per dare il lavoro a regola d'arte.

Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per trasporto, movimentazione, posa e fornitura dei materiali, sfridi, tagli a misura, smaltimento residui lavorazione alle pubbliche discariche, sigillatura e ghiaini, eventuali giunti di frazionamento, innaffiamento, pulizia a opera ultimata, e gli oneri per la formazione delle pendenze necessarie allo smaltimento delle acque meteoriche, scontorni di chiusini, cercini, caditoie, ecc., schema di posa secondo elaborati di progetto esecutivo.

Tipologie di finitura superiore delle lastre:

- fiammato sp 2-4 cm
- spazzolato sp 1/3 cm
- semilucido sp 2-5 cm
- lucido sp 2-3 cm
- sega sp 2 cm
- levigato sp 2 cm

## **ALTRE PAVIMENTAZIONI IN PIETRA NATURALE**

### **Pavimentazione in ciottoli di fiume**

Pavimentazione in ciottoli di fiume, posta in opera su sottostante massetto di fondazione; ciottoli collocati di punta, altezza complessiva non superiore a cm 15, su letto di malta cementizia, dosata a q.li 4.00 di cemento per mc di sabbia, inclusa la chiusura superiore, ben pistonata, con malta cementizia dosata a q.li 6.00 di cemento per mc di sabbia; compresi oneri per formazione di guide per riquadri e delle croci di S.Andrea con ciottoli scelti, interruzioni intorno agli alberi ed ai chiusini, formazione di pendenze, innaffiamento della superficie, eventuale sigillatura dei giunti con una colata di cemento liquido nelle connessioni, fino a completo riempimento, sfridi, tagli a misura, carico, trasporto e scarico a rifiuto, a qualsiasi distanza, del materiale

inutilizzabile e quant'altro necessario sino a dare un lavoro finito.

### **Lastre di delimitazione in granito**

A delimitazione dei passi carrai si poseranno lastre in granito o in beola di dimensioni 100x50x25 cm con voltatesta 50x50 sempre in granito/beola per raccordare il piano del marciapiede con il piano stradale.

Le lastre saranno posizionate perfettamente allineate ed accostate seguendo le quote di progetto su una soletta in cls.

Non saranno ammesse riprese con malta di conglomerato, pertanto tutte le unioni e i pezzi fuori modulo dovranno eseguirsi con pezzi conformati prefabbricati dello stesso materiale.

I giunti dovranno essere riempiti con malta di cemento evitando imbrattature delle superfici.

## **CORDOLI**

### **Cordoli in pietra naturale**

Cordolatura di delimitazione di pavimentazioni esterne in elementi rettilinei in pietra naturale con caratteristiche, dimensioni e finiture come indicate in progetto, posati su sottofondo e con rinfiango (entrambi continui) in cls dosato a 200 kg di cemento 32,5 R per ogni m<sup>3</sup> di impasto, previo perfetto livellamento del piano di posa e compattazione.

I cordoli saranno posizionati perfettamente allineati ed accostati seguendo le quote di progetto e con dorsale continuo senza salti. Saranno posati a raso pavimentazione o rialzati secondo le indicazioni e con le pendenze di progetto. Gli eventuali elementi curvi saranno eseguiti con pezzi speciali idoneamente conformati, i tagli dovranno eseguirsi con mezzi meccanici ed a perfetto piano. Non saranno ammesse riprese con malta di conglomerato, pertanto tutte le unioni e i pezzi fuori modulo dovranno eseguirsi con pezzi conformati prefabbricati dello stesso materiale.

I giunti dovranno essere riempiti con malta di cemento evitando imbrattature delle superfici.

I materiali dovranno essere antigelivi.

Sono compresi, oltre i materiali, il trasporto, la movimentazione, la posa in opera, il cls di fondazione e rinfiango, la malta per la stuccatura, i pezzi curvi, i pezzi speciali (bocche di lupo, ecc.) e quant'altro necessario alla perfetta realizzazione dell'opera.

Normativa di riferimento:

- UNI EN 1343:2003 Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova

Per i cordoli in calcestruzzo è obbligatoria la marcatura CE secondo la direttiva 89/106/CEE concernente i prodotti da costruzione. Ai fini della marcatura CE, i produttori di conglomerati bituminosi devono essere dotati di un Controllo di Produzione in Fabbrica (CPF). La norma di riferimento per marcatura CE dei conglomerati bituminosi è la: UNI EN 1340 "Cordoli di calcestruzzo per – Requisiti e metodi di prova"

### **Cordolo in c.a.v.**

Realizzazione di cordoli in c.a.v. di dimensioni variabili come da progetto con elementi da 100 cm a spigolo arrotondato ed incastro. E' compreso lo strato di fondazione ed il relativo rinfiango in cls, lo scavo e il livellamento del piano. Sono inoltre comprese le stuccature tra due elementi contigui, i tagli, nonché i pezzi speciali necessari a realizzare le curve indicate negli elaborati di progetto.

### **Cunetta alla francese**

Fornitura e posa di dissuasore di cunella alla francese in cemento vibrato di spessore, larghezza e lunghezza come da progetto. E' compreso lo strato di fondazione in cls, lo scavo e il livellamento del piano. Materiale antigelivo a basso assorbimento d'acqua, elevata resistenza alla flessione, all'urto e alla compressione. Sono inoltre comprese le stuccature tra due elementi contigui, i tagli, nonché i pezzi speciali necessari a realizzare le curve indicate negli elaborati di progetto.

## **ACCESSORI PAVIMENTAZIONI ESTERNE**

### **Canaletta a fessura con canale cls polimerico**

Fornitura e posa in opera di canale di drenaggio in cls polimerico resistente al gelo e ai sali, con giunto di sicurezza sul lato di uscita, a tenuta stagna fino al bordo superiore del corpo del canale, con copertura per classi di carico D400 a norma EN 1433 delle dimensioni di Lx13,5x15cm e luce netta 10 cm, con telaio integrato e caditoia a fessura a L in acciaio inox con altezza 10,5 cm e fessura da 10 mm di larghezza per classe di carico D400. Sono compresi anche i pezzi speciali quali: testate in calcestruzzo polimerico; elementi di ispezione in calcestruzzo polimerico con giunto di sicurezza, a tenuta stagna, copertura per classi di carico D400 a norma EN 1433, preforma di scarico verticale DN 100, telaio integrato, fissaggio di sicurezza senza viti caditoia a fessura a L in acciaio inox con altezza 10,5 cm, fessura da 10 mm di larghezza, lunghezza 50 cm per classe di carico D400. Il tutto posato secondo le istruzioni di posa del produttore. Prodotto di riferimento ACO DRAIN Multiline V 100.

### **Cercini in ghisa per alberature**

A protezione di aiuole contenenti alberature si poseranno cercini in ghisa sferoidale dimensione come da progetto in fusione di ghisa EN-GJL-200 a norme UNI EN 1561. La griglia è composta da 2 pezzi da assemblare con viti a scomparsa e presenta un disegno con feritoie per la percolazione dell'acqua piovana. La finitura sarà a trattamento di bitumatura ad immersione. Il telaio per la griglia è realizzato in acciaio zincato.

Dimensioni e tipologia come da elaborati di progetto.

### **Dissuasore di sosta in cemento**

Fornitura e posa di dissuasore di sosta in cemento vibrato e colorato a forma cilindrica e calotta emisferica con boccola di sollevamento, del peso di circa 200 kg. Colore a scelta DL.

### **Dissuasore di sosta in acciaio inox satinato**

Fornitura e posa di dissuasore di sosta in tubolare di acciaio inox satinato, diam. 75 mm, sp. 3 mm, altezza da p.f. 75 cm, chiusura superiore con fondello in acciaio inox satinato, chiusura inferiore con piastra circolare in acciaio inox satinato di sp 5 mm per fissaggio a terra con 4 tasselli. Doppi catarifrangenti anulari.

### **Dosso artificiale**

Fornitura e posa di dosso artificiale in gomma vulcanizzata ad elevata elasticità di colore nero con inserti in elastoplastico rifrangenti di colore giallo, in elementi a profilo convesso componibili di dimensione, nel senso della direzione di marcia, di 60 cm per altezza indicata in progetto.

Il manufatto deve essere resistente agli urti e agli schiacciamenti dovuti al passaggio dei veicoli, avere rilievi antiscivolo sulla superficie superiore e degli incastri laterali per l'immorsamento degli elementi contigui. Sono compresi anche i pezzi speciali di testa.

Fissaggio a terra con 4 tasselli ad elemento.

Prodotto approvato dal Ministero LL.PP.

Cfr. Codice della strada art. 42, Regolamento esecuzione e attuazione C.S. art. 179

### **Staccionata in legno**

Staccionata realizzata a Croce di Sant'Andrea in pali di castagno decorticati, costituita da corrimano, diametro 10/12 cm, e diagonali, diametro 8/10 cm, posti ad interasse di 1,5 m, altezza fuori terra 1 m, con trattamento imputrescibile nella parte interrata, incluso ferramenta di assemblaggio in acciaio zincato, plinto di fondazione di sezione 30 x 30 x 30 cm, scavo e riporto per la realizzazione del plinto stesso, materiali e attrezzature necessarie per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## **OPERE DI VERDE**

### **Fornitura, stesa e modellazione di terreno vegetale**

All'interno delle aree a verdi è prevista la stesura di terra da coltura di prima qualità, stesa e modellata secondo indicazioni del progetto esecutivo e della DL, proveniente da strato colturale attivo, priva di radici e di erbe infestanti permanenti, di ciottoli, cocci ecc., del tipo torba nazionale o di provenienza o terriccio speciale umidizzato composto dal 30% di sostanza organica e dal 70% di terricci vari vagliati e macinati, PH neutro.

Il terreno prima della semina dovrà essere fresato e disposto secondo le quote previste prevedendo di garantire sempre una leggera pendenza verso i bordi delle aree per evitare qualsiasi ristagno d'acqua; successivamente si procederà alla concimazione del terreno.

### **Piantumazione a verde**

La semina dovrà essere fatta nei periodi più convenienti (marzo-maggio e settembre-ottobre). Il seme sparso andrà leggermente interrato e quindi leggermente rullato. Il miscuglio di sementi certificate per la formazione di un tappeto erboso ornamentale rustico con specie persistenti e di rapido sviluppo, adatto a diverse situazioni pedoclimatiche. La scelta della miscela di semi dovrà essere approvata dalla DL.

E' compreso ogni onere per la perfetta riuscita del prato, e, fra questi, i primi due tagli.

L'attecchimento dovrà essere garantito per almeno 2 anni dalla messa a dimora.

## **TUBAZIONI - CANALIZZAZIONI - POZZETTI - FOSSE**

### **DESCRIZIONE DELLE OPERE**

Sono comprese le opere relative alla realizzazione delle reti di fognatura per lo smaltimento delle acque bianche, nere e oleose.

### **FOGNATURE**

- D.M.LL.PP 12 Dicembre 1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni"
- Circ. M.LL.PP. n°.27291 del 20/03/86
- D.M.23 Febbraio 1971 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"
- D.M. LL.PP. 8 Gennaio 1997, n°. 99 "Regolamento sui criteri e sui metodi in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e le fognature"
- D.L. 5 gennaio 1994, n°. 36 "Disposizione in materia di risorse idriche"
- Delibera M.LL.PP. 04/02/1997
- D.L. 11 Maggio 1999, n°. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento..."
- Circ. M. LL.PP 7 Gennaio 1974 "Istruzioni per la compilazione degli elaborati dei progetti di fognatura"
- Norma UNI-EN 1.295-1 "Calcolo della resistenza meccanica delle tubature interrate sotto differenti condizioni di carico. Parte 1: Requisiti generali"
- UNI EN 1610 "Costruzioni e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura"
- UNI 7517 "Guida per la scelta delle classi dei tubi"
- Norma UNI-EN 752 "Sistemi di drenaggio e di fognatura esterna agli edifici"
- Norma UNI-EN 476 "Requisiti generali per componenti impiegati nelle tubature di evacuazione, canali di scolo e fogne per sistemi di gravità"

- UNI EN 14366 Misurazione in laboratorio del rumore emesso dagli impianti di acque reflue

**- UNI EN 12056-1:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.**

- UNI EN 12056-2:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo

- UNI EN 12056-3:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo

- UNI EN 12056-4:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo

- UNI EN 12056-5:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.

**- UNI EN 12380:2004 Valvole di ingresso aria per sistemi di scarico - Requisiti, metodi di prova e valutazione di conformità,**

- UNI 10968 : Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)

- UNI EN 607:2005 Canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato - Definizioni, requisiti e prove

- UNI EN 612 Canali di gronda con nervatura irrigidente frontale e pluviali giuntati a freddo di lamiera metallica

- UNI EN 1462 Supporti per canali di gronda - Requisiti e prove

**Tubazioni di conglomerato cementizio**

**- UNI EN 1916 Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali**

**- UNI EN 14844: Prodotti prefabbricati di calcestruzzo – Elementi Scatolari**

**Tubazioni di materia plastica (PVC-U)**

- UNI EN 1329-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)

**- UNI EN 1401-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.**

- UNI EN 1401-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per la valutazione della conformità.

- UNI EN 1401-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione.

**- UNI EN 1451-1 Sistemi di tubazione di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) Parte 1: specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.**

**- UNI EN ISO 1452-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Generalità**

- UNI EN ISO 1452-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 2: Tubi

- UNI EN ISO 1452-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 3: Raccordi

- UNI EN ISO 1452-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 4: Valvole

- UNI EN ISO 1452-5 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema

- UNI EN 1456-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori



terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.

- **UNI 10972:2006 Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per ventilazione e trasporto interrato di acque piovane**

- UNI EN 12842 Raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE – Requisiti e metodi di prova.

#### **Tubazioni di materia plastica – Polietilene (PE)**

- **UNI EN 12666-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema**

- UNI CEN/TS 12666-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità

- **UNI EN 1519-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE)**

- UNI CEN/TS 1519-2:2012 Sistemi di tubazioni di materia plastica per lo scarico delle acque (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità

#### **Tubazioni di materia plastica – Polipropilene (PP)**

- **UNI EN 1852-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Polipropilene (PP). Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.**

- UNI EN 1852-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità

- UNI CEN/TS 1451-2:2012 Sistemi di tubazioni di materia plastica per lo scarico delle acque (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità

#### **Tubazioni di materia plastica rinforzate con fibre di vetro (PRFV)**

- UNI EN 1796 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP)

- UNI EN 14364 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Specifiche per tubi, raccordi e giunzioni.

#### **Tubazioni di materia plastica – Conglomerati di resina poliestere (PRC)**

- UNI EN 14636-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi non in pressione - Conglomerati di resina poliestere (PRC) - Parte 1: Tubi e raccordi con giunti flessibili

#### **Tubazioni di materia plastica – Polipropilene con cariche minerali (PP-MD)**

- UNI EN 14758-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polipropilene con cariche minerali (PP-MD) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema

#### **Tubazioni di fibrocemento**

- UNI EN 588-1 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità.

- UNI EN 1444 Tubi di fibrocemento. Guida per la posa e le pratiche di cantiere.

#### **Tubazioni di gres**

- UNI EN 295-1 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni.

- UNI EN 295-2 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento.

- UNI EN 295-3 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla

realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova.

- UNI EN 295-4 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento e accessori compatibili.
- UNI EN 295-5 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres

#### **Tubazioni di ghisa sferoidale**

- UNI EN 598 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura. Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 14628 Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di polietilene per tubi
  - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 14901 Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale - Rivestimento epossidico (rinforzato) dei raccordi e degli accessori in ghisa sferoidale - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15189 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di poliuretano dei tubi
  - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15542 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di malta cementizia per tubi - Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 15655 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale - Rivestimento interno in poliuretano per tubi e raccordi - Requisiti e metodi di prova
- ISO 4179 Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia
- ISO 8179-1 Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno a base di zinco – Parte 1: Zinco metallico con rivestimento
- UNI ISO 8180 Tubazioni di ghisa duttile - Manicotto di polietilene per applicazione in cantiere
- UNI ISO 10802 Tubazioni di ghisa a grafite sferoidale. Prove idrostatiche dopo la posa

#### **Tubazioni per ripristini e riparazioni**

- UNI EN ISO 11296-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi - Parte: 1 Generalità
- UNI EN ISO 11296-3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi - Parte 3: Inserimento interno (lining) di tubi continui ad alta aderenza
- UNI EN ISO 11296-4 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e di scarichi - Parte 4: Inserimento interno (lining) di tubi polimerizzati in loco
- UNI EN 13566-2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti interrato non in pressione di fognature e scarichi – Parte 2\_ Ripristino con tubi continui

#### **Risistemazione fognature**

- DIN 1986-30 Impianti di smaltimento delle acque reflue per edifici e terreni - Parte 30: Manutenzione
- DIN 1986-100 Impianti di smaltimento delle acque reflue per edifici e terreni - Parte 100: Disposizioni connesse alle norme UNI EN 752 ed UNI EN 12056 , parti da 1 a 5
- UNI EN 752 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici
- UNI EN 13380 Requisiti generali per componenti utilizzati per la ristrutturazione e la riparazione di sistemi di drenaggio e di fognatura all'esterno di edifici
- DIN 16946-2 Resine reattive da stampaggio - Resine estruse - Tipi
- DIN 18820-1 Laminati di resine insature di poliesteri e vinili rinforzati con fibra di vetro - Composizione, produzione e proprietà

#### **Guarnizioni**

- **UNI EN 681-1 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Gomma vulcanizzata.**
- **UNI EN 681-2 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle**

**tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Elastomeri termoplastici.**

- **UNI EN 681-3 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Materiali cellulari di gomma vulcanizzata.**

- **UNI EN 681-4 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. Elementi di tenuta di poliuretano colato**

**Pozzetti d'ispezione ed elementi complementari**

- UNI EN 124 Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo qualità.

- UNI EN 295-6 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per pozzetti di gres.

- **UNI EN 588-2 Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Pozzetti e camere d'ispezione.**

- **UNI EN 1917 Pozzetti e camerette d'ispezione in calcestruzzo armato, non armato, rinforzato con fibre di acciaio".**

- **UNI EN 13101 Gradini per l'accesso ai pozzetti. Requisiti, marchiatura, verifica e giudizio di conformità**

- UNI 9459 Mattoni, mattonelle e fondi di fogna di gres per condotte di liquidi. Caratteristiche e prove

**Ghisa**

- UNI EN 1560 Fonderia - Sistema di designazione per i getti di ghisa - Designazione simbolica e numerica

- UNI EN 1561 Fonderia - Getti di ghisa grigia

- UNI EN 1562 Fonderia - Getti di ghisa malleabile

- UNI EN 1563 Fonderia - Getti di ghisa a grafite sferoidale

**Valvolame**

- UNI EN 1563 12266-1:2004 Valvole industriali - Prove su valvole - Prove in pressione, procedimenti di prova e criteri di accettazione – Requisiti obbligatori

- UNI EN 1563 12266-2:2004 Valvole industriali - Prove su valvole - Prove, procedimenti di prova e criteri di accettazione – Requisiti supplementari

**Grigliati**

- UNI 11002-1:2002 Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato - Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova per pannelli per applicazioni in piani di calpestio e carrabili.

In linea generale tutte le reti in vista all'interno di edifici saranno realizzate con tubi Geberit tipo Silent; tutte le reti interrate saranno realizzate con tubi in pvc serie pesante tipo SN 8 SDR 41 a Norma UNI EN 1401-1 e SN 2 SDR 51 per reti acque calde o in cemento vibrocompresso a seconda di quanto previsto in progetto. A lavori ultimati l'Appaltatore dovrà provvedere allo spurgo di tutte le reti fognarie in modo da allontanare ogni residuo di lavorazione che accidentalmente fosse finita nelle tubazioni.

**Tubazioni per reti di scarico in PE-HD all'interno di edifici**

La rete pensile (verticale e sub-orizzontale) di scarico e ventilazione sarà realizzata con condotte in polietilene ad alta densità staffata alle strutture orizzontali e verticali. Per reti acque di vario tipo come da progetto esecutivo.

Le tubazioni dovranno resistere all'acqua calda fino a 100 °C e anche a brevi colpi di vapore superiori ai 100 °C, al gelo fino a -40 °C, ai liquidi corrosivi ai prodotti chimici e ai solventi; dovranno essere resistenti e flessibili e resistere agli assestamenti del calcestruzzo; il materiale dovrà avere una bassa conducibilità termica che comporta un basso coefficiente di dilatazione, ossia 0,2 mm/m°C; una stabilizzazione alla luce solare; un basso indice di raccorciamento ottenuto mediante processo di malleabilizzazione max 1cm/m.

Saldature preferibilmente di testa (su elementi prefabbricati) o a manicotto elettrico (su elementi in opera).

La tenuta delle saldature dovrà essere garantita anche in caso di sollecitazioni delle tubazioni.

Sistema con certificazione di conformità IIP.

Ad ogni nuovo imbocco sarà prevista una braga a 45° con curva, per avere un innesto più agevole, così da facilitare lo scorrimento del liquido.

Tutte le ispezioni su condutture dovranno essere realizzate mediante pezzi speciali a T con tappo filettato a chiusura ermetica dello stesso diametro del condotto da ispezionare.

Nell'attraversamento di solai e pareti Rei si dovranno prevedere sulle tubazioni collari tagliafuoco atti a garantire un Rei non inferiore a quello della parete o del solaio attraversato.

Ove richiesto i pluviali e gli scarichi delle acque nere, sia verticali che sub-orizzontali passanti in adiacenza a locali residenziali, saranno rivestiti con uno strato isolante che funziona, oltre come isolante acustico, da isolante termico per le condotte di scarico. Si compone di un foglio in materia sintetica (che protegge dall'umidità e serve contemporaneamente da barriera contro il vapore), di una lamina in piombo (per ridurre la diffusione del rumore attraverso l'aria) ed di uno strato assorbente acustico di materia schiumosa (che riduce la trasmissione dei rumori attraverso i corpi).

Le ubicazioni, il numero, i percorsi ed i diametri sono indicati nel progetto esecutivo.

Nel prezzo sono compresi tutti gli staffaggi, i pezzi speciali (braghe, braghe multiple, manicotti di innesto e di dilatazione, raccordi e raccordi a vite e raccordi con tubazioni di materiale diverso, flangie ove necessarie, curve, tappi d'ispezione), le ispezioni ad ogni piede di pluviali, e tutti i magisteri prescritti o consigliati dal produttore delle tubazioni.

#### Tipologie di tubazioni

Tubazioni in Polietilene ad Alta Densità PE 100 a norma UNI EN 12201, ISO 4427, UNI EN ISO 15494, conforme alle prescrizioni igienico-sanitarie del D.M. n. 174 del 6/4/04 e con proprietà organolettiche certificate in conformità alla norma EN 1622; colore nero con righe azzurre coestruse longitudinali, segnato ogni metro con sigla produttore, data di produzione, marchio e numero distintivo IIP, diametro del tubo, pressione nominale, norma di riferimento; prodotto da azienda certificata ISO 9001.

Prodotto di riferimento: tubazioni in Geberit PE, isolante acustico Geberit Isol 13 db(A).

Diametri vari come da progetto esecutivo.

Tubazioni in Polietilene ad Alta Densità amalgamato con fibre minerali per il miglioramento della fonoassorbenza. Tutti i pezzi speciali dovranno essere alettati per la riduzione della trasmissione del rumore. Prodotto di riferimento: tubazioni in Geberit PE Silent con fono assorbenza di 13 db(A), isolante acustico Geberit Isol 13 db(A).

**Per il progetto in oggetto tutte le tubazioni da utilizzare all'interno dell'edificio sono in PEAD fonoassorbenti tipo Geberit PE Silent.**

**Diametri vari come da progetto esecutivo.**

#### **Tubazioni per reti fognarie in pvc interrate e all'esterno dell'edificio**

Reti fognarie realizzate con tubazioni in pvc.

Ad ogni nuovo imbocco sarà prevista una braga a 45° con curva, per avere un innesto più agevole, così da facilitare lo scorrimento del liquido. Tutte le ispezioni su condutture dovranno essere realizzate mediante pezzi speciali a T con tappo filettato a chiusura ermetica dello stesso diametro del condotto da ispezionare. Nell'attraversamento di solai e pareti Rei si dovranno prevedere sulle tubazioni collari tagliafuoco atti a garantire un Rei non inferiore a quello della parete o del solaio attraversato.

Le ubicazioni, il numero, i percorsi ed i diametri sono indicati nel progetto esecutivo.

Nel prezzo sono compresi tutti i materiali, la posa, le opere provvisorie, i pezzi speciali (braghe, curve, tappi d'ispezione, raccordi, ecc.) e ogni altro onere per la realizzazione dell'opera a regola d'arte con la sola esclusione degli scavi e dei rinterri corrisposti con altra voce,

I prezzi valgono per tubazioni annegate in getto di cls o interrate.

Dovranno essere rispettate le prescrizioni tecniche ed esecutive emesse dagli Enti preposti al controllo ed

approvazione dei progetti e della realizzazione delle opere.

#### Tipologie di tubazioni

Tubazioni in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1 tipo SN (SN2-SN4-SN8) **per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali** non in pressione, giunto a bicchiere con anello in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP.

- SN8 – SDR 34 UD: Temperatura massima permanente 40°C.

- SN4 - SDR 41 UD (ex Tipo UNI 303/1): Temperatura massima permanente 40°C.

- SN2 – SDR 51 U (ex Tipo UNI 303/2): Temperatura massima permanente 40°C.

SN: Minima rigidità anulare espressa in KN/m<sup>2</sup>

SDR: Rapporto tra il diametro esterno e lo spessore del tubo

U: Tubazioni destinate all'uso oltre 1mt. dalla struttura

D: Tubazioni destinate all'uso entro 1mt. dalla struttura

Tubazioni in PVC rigido conformi norma UNI 10972 **per condotte di scarico interrate di acque piovane e ventilazioni**, giunto a bicchiere con anello in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP.

- SN4

- SN2

Tubazioni in PVC rigido conformi norma UNI EN 1329, colore aragosta, **per condotte di scarico interrate di acque calde civili e industriali**, giunto a bicchiere ad incollaggio, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP.

#### Tubazioni in cls vibrocompresso autoportante

Elementi prefabbricati per fognatura di raccolta delle acque meteoriche realizzata con tubazioni di lunghezza non inferiore a mt 2,00 prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, autoportanti, con base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in guarnizione in neoprene di resistenza 40-50 SHORE con profilo a goccia, conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, prEN 681.1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio di 0,5 atmosfere. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nel Progetto di Norma UNI U73.04.096.0, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n°27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992 e succ. modifiche e integrazioni. Le tubazioni dovranno essere prodotte con calcestruzzo contenente cemento tipo 42,5 ad alta resistenza ai solfati e la resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 Mpa. L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8% in massa. Le tubazioni saranno armate con gabbia rigida in acciaio FeB 44k, costituita ciascuna da spirale continua elettrosaldata a filanti longitudinali con passo e diametro idonei a resistere ai carichi di rottura previsti in progetto e non inferiori a 100 kN/m<sup>2</sup>. La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere 0,4% per tondini lisci, e di 0,25% per tondini ad aderenza migliorata. Le tubazioni sono calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri per una strada di 1° Categoria; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, le DIN 4033 e le ATV A127. Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001, le quali dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa.

Le tubazioni devono poggiare su uno strato continuo di cls di base, di spessore opportuno, tale che la pressione trasmessa sul terreno sia contenuta in valori ammissibili e dovrà porsi attenzione al che i tubi appoggino per intero su tutta la superficie di base. Il rinterro dovrà essere effettuato con materiale a granulometria fine per una altezza che va dal piano di appoggio a non meno di 50 cm dall'estradosso della tubazione. Affinché vengano rispettate le ipotesi adottate nei calcoli statici di verifica, particolare cura dovrà

porsi alla costipazione del rinterro nelle zone adiacenti le pareti laterali. La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. La giunzione fra le tubazioni dovrà essere realizzata esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), e le guarnizioni in gomma dovranno avere compressione ottimale individuata tra il 28 ed il 42% per assicurarne la perfetta tenuta idraulica.

Sono compresi: la posa anche in presenza di acqua e relativo aggettamento; il getto della platea in cls dello spessore minimo di cm 10, perfettamente livellato secondo le pendenze di progetto, armato con maglia quadrata 15x15 diametro mm 5; i tagli; gli sfridi; il tiro in alto ed in basso; le attrezzature; i mezzi d'opera; le puntellature delle pareti scavate ove occorre. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare la tubazione finita e funzionante. Sono esclusi: lo scavo; il rinterro.

#### **Condotta prefabbricata scatolare in c.a.**

Fornitura e posa in opera di elementi scatolari prefabbricati in calcestruzzo di cemento, turbovibrocompressi, a sezione nominale interna rettangolare o quadrata confezionati con alti dosaggi di cemento ad alta resistenza ai solfati ed aventi un peso specifico non inferiore a 2,4 Kg/dcm, con armatura adeguata in acciaio FeB44K controllato in stabilimento. Le condotte dovranno rispondere alle normative DIN 4263, UNI 8520/2, UNI 8981 ed essere conformi ai requisiti previsti dalle norme vigenti, dovranno essere realizzati secondo i disegni costruttivi e calcoli, da fornire, elaborati per supportare carichi per strade di 1<sup>a</sup> Categoria con riempimento dall'estradosso superiore compreso tra m. 0,5 e m. 2,5. Gli elementi dovranno essere posti in opera su base continua in calcestruzzo con resistenza caratteristica non inferiore a RcK 200, armata con rete elettrosaldata in acciaio FeB44K, dimensioni mm. 10, maglia 20x20. Ciascun elemento dovrà avere lunghezza non inferiore a quella prevista nel disegno costruttivo e terminare con apposito incastro perimetrale maschio-femmina come definito nello stesso, onde permettere le giunzioni tramite malta antiritiro. I manufatti non dovranno presentare alcun foro né per sollevamento né per movimentazione; tali operazioni devono essere eseguite con apposita forza tramite autogrù di adeguata potenza, l'Impresa dovrà essere altresì dotata di idonei mezzi tiratubi per l'inserimento della punta maschio nella femmina evitando tassativamente l'uso della benna o similari. Per la preparazione della base continua (piano di posa) a fondo scavo l'Impresa è tassativamente obbligata a far uso costante di apparecchiature a raggio laser. E' compreso la fornitura e posa in opera di condotti prefabbricati, la predisposizione del piano di posa e quanto altro occorre per dare l'opera compiuta.

E' escluso lo scavo ed il rinterro. Scatolare delle dimensioni interne di progetto.

### **CANALETTE**

#### **Norma di prodotto: UNI EN 1433**

##### **Canaletta drenante**

Canalette di drenaggio (raccolta ed allontanamento delle acque superficiali) realizzate con:

- canali in calcestruzzo polimerico (composto da sabbie quazifere come inerte e da resine di poliestere come legante) a superficie interna completamente impermeabile e liscia a basso coefficiente di ruvidità per migliorare il deflusso delle acque e con buona resistenza agli agenti aggressivi. Canale a sezione a V per migliorare lo scorrimento e l'effetto autopulente. Collegamento tra i canali a maschio/femmina con guarnizione per garantire l'impermeabilità. A seconda delle esigenze i canali potranno avere altezza interna costante o variabile ovvero si potranno realizzare canalette con tratti di canali a diversa altezza per adeguare la portata alle esigenze. Canali adatti a tutte le portate (da A15 a E600) e a tutte le tipologie di telai e griglie (ghisa, acciaio zincato e acciaio inox), con larghezze nominali da 100-150-200-300-400-500 mm oltre alla possibilità di installare griglie a fessura.
- griglie
- sistema di bloccaggio e fissaggio per garantire la stabilità e la silenziosità durante il passaggio delle autovetture

Sono compresi i pezzi speciali di testata e di scarico, gli adattamenti e gli sfridi, gli eventuali scavi e rinfianchi, l'eventuale sottofondo, la messa in pendenza ed ogni altro onere e magistero per la buona riuscita dell'opera.

Misure larghezza griglia.

Conforme alla norma UNI EN 1433 e UNI EN 124

Prodotto di riferimento Aco Drain.

### **Griglia in ghisa per canaletta drenante**

Griglia per canaletta di drenaggio in ghisa a grafite sferoidale completa di sistema di bloccaggio e fissaggio per garantire la stabilità e la silenziosità durante il passaggio delle autovetture

Sono compresi i pezzi speciali, gli adattamenti, gli sfridi ed ogni altro onere e magistero per la buona riuscita dell'opera. Misure larghezza griglia.

Conforme alla norma UNI EN 1433 e UNI EN 124

### **POZZETTI**

**Norma di prodotto: UNI EN 1917:2004 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali**

#### **Pozzetto in cls**

Pozzetto prefabbricato in cls, armato ove necessario, autoportante (sp. min. pareti in funzione della lunghezza del lato maggiore: fino a 40 cm sp 7 cm, da 50 a 60 cm 8 cm, da 70 a 80 cm 10 cm, da 90 a 100 cm 12 cm, da 110 a 150 cm 15 cm, oltre 160 cm di lato spessore min 20 cm; sp min. fondo pari allo spessore delle pareti; sp. min. soletta superiore di chiusura o di riduzione per passo uomo sp. min. in funzione della lunghezza del lato maggiore: fino a 90 cm sp 10 cm, da 100 a 120 cm 15 cm, oltre come da progetto) o rinfiacati in cls, e utilizzati per frazionamento e/o ispezione reti fognarie o cavidotti in terreno vegetale o pavimentazioni sia pedonali che carrabili.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: scavo, soletta di fondazione per appoggio pozzetto, pozzetto, auto portanza e/o rinfiacco in cls, doppia camera per pozzetti sifonati, prolunghe se non conteggiate con apposita voce, riempimento scavo, riempimento con magro del fondo pozzetto fino a mezzera tubazione, muratura e messa in quota telaio botola secondo le pendenze della pavimentazione, solette superiori e/o botole per pozzetti ciechi – per riduzione passo uomo – per pozzetti pluviali, foratura parete per passaggio tubazione/i, stuccatura interna pozzetto, gradini in acciaio zincato per altezze interne superiori a 70 cm e con passo di 33 cm, materiali, trasporti, movimentazione, ecc.

Rispondente alla norma di prodotto: UNI EN 1917:2004

Chiusini rispondenti alla norma di prodotto: UNI EN 124

Misure interne nette LxL, altezza min pari a L.

Dimensioni come da elaborati di progetto.

#### **Elementi di sopralzo per pozzetti in cls**

Elementi di sopralzo (anelli) autoportanti per pozzetti in cls realizzati anch'essi in cls di pari dimensioni. Si richiama la voce "Pozzetti in cls" per dimensioni, specifiche, prescrizioni ed oneri. Altezza manufatto variabile, min. 33 cm.

Dimensioni interne LxL

### **CADITOIE – BOTOLE - PILETTE**

#### **Manufatti in ghisa sferoidale**

Il sistema fognario sarà dotato di caditoie, botole, boccaporti in ghisa sferoidale rispondenti a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124 per classe D400 murati su pozzetti in cls di qualsiasi dimensione, in accordo ai disegni esecutivi.

Per la realizzazione dei manufatti si impiegherà ghisa grigia EN GJL 250 a norme UNI EN 1561 e ghisa sferoidale EN GJS 500-7 a norme UNI EN 1563. I prodotti saranno controllati conformemente al certificato di collaudo secondo la norma UNI EN 10204, che valuta le caratteristiche meccaniche (allungamento %, durezza, carico unitario di scostamento della proporzionalità 0,2%, resistenza a trazione) e analisi chimica

(carbonio, silicio, manganese, zolfo, fosforo, magnesio).

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: scavo, soletta di fondazione, rinfiaccio in cls, riempimento scavo, muratura e messa in quota telaio botola nelle varie fasi di lavorazione per adeguarsi al piano finito di progetto delle varie fasi, foratura parete per passaggio tubazione, stuccatura interna pozzetto, materiali, trasporti, movimentazione, ecc.

#### **Boccaporti in ghisa sferoidale**

Boccaporti a passo d'uomo per pozzetti della rete fognaria, delle reti di servizi e cavidotti realizzati in ghisa a grafite sferoidale e posizionate come da disegni esecutivi. Boccaporti incernierati al telaio con passo circolare o rettangolare diam min. Interno 600 mm, boccaporti realizzati a più elementi componibili incernierati al telaio perimetrale di qualsiasi forma (elementi rettangolari o triangolari), conformi alle prescrizioni degli Enti che dovranno utilizzare le infrastrutture. Boccaporti dotati di guarnizione in elastomero e apertura a 130° e bloccaggio a 90° con possibilità di inserire dispositivo di antifurto.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: messa in quota telaio boccaporto, cerniere, boccaporti, livellamento secondo le pendenze della pavimentazione, stuccatura, trasporti, movimentazione, ecc.

Rispondenti alla norma di prodotto: UNI EN 124; nello specifico si richiede un margine di resistenza a rottura media superiore del 30% rispetto ai valori richiesti dalla UNI EN 124.

Tutti i boccaporti devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- riferimento alla norma UNI EN 124
- la classe corrispondente o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- il marchio di un ente di certificazione

Misure interne nette LxL.

#### **Caditoie in ghisa sferoidale**

Caditoie per pozzetti della rete fognaria realizzate in ghisa a grafite sferoidale e posizionate come da disegni esecutivi e conformi alle prescrizioni degli Enti a cui dovranno essere cedute le infrastrutture.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: messa in quota telaio caditoia, livellamento secondo le pendenze della pavimentazione, stuccatura, trasporti, movimentazione, ecc.

Rispondenti alla norma di prodotto: UNI EN 124 (classe in relazione all'utilizzo)

Tutte le caditoie devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- riferimento alla norma UNI EN 124
- la classe corrispondente o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- il marchio di un ente di certificazione
- superficie di scarico  $\geq 9.5 \text{ dm}^2$
- massa  $> 25 \text{ Kg}$

Misure interne nette LxL.

#### **Caditoie sifonate in ghisa sferoidale**

Caditoie sifonate per pozzetti della rete fognaria realizzate in ghisa a grafite sferoidale e posizionate come da disegni esecutivi e conformi alle prescrizioni degli Enti a cui dovranno essere cedute le infrastrutture.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: messa in quota telaio caditoia, livellamento secondo le pendenze della pavimentazione, stuccatura, trasporti, movimentazione, ecc.

Rispondenti alla norma di prodotto: UNI EN 124

Tutte le caditoie devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- riferimento alla norma UNI EN 124



- la classe corrispondente o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi
  - il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
  - il marchio di un ente di certificazione
- Misure interne nette LxL.

#### **Piletta sifonata di scarico in acciaio inox**

Pilette sifonate di scarico in acciaio inox AISI 304 con griglia adatta al traffico previsto posizionate come da disegni esecutivi. Tubazione di scarico in uscita dalla piletta verticale o orizzontale a seconda di quanto previsto in progetto o disposto dalla DL in fase di realizzazione.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: messa in quota piletta, piletta sifonata, livellamento secondo le pendenze della pavimentazione, stuccatura, trasporti, movimentazione, ecc.

Rispondenti alla norma di prodotto: UNI EN 124

Tutte le caditoie devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- riferimento alla norma UNI EN 124
- la classe corrispondente o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- il marchio di un ente di certificazione

Diametro tubazione di scarico.

#### **SISTEMI**

Normative di riferimento:

- UNI ISO 976:2009 – Gomma e materie plastiche – Dispersione del polimero e dei lattici di gomma – Determinazione del pH.
- UNI EN 976-1:1999 – Serbatoi interrati di materie plastiche rinforzate con fibre di vetro (PRFV) – Serbatoi cilindrici orizzontali per l'immagazzinamento non a pressione di carburanti o combustibili liquidi derivati dal petrolio – Requisiti e metodi di prova per serbatoi a parete semplice.
- UNI EN 976-2:1999 – Serbatoi interrati di materie plastiche rinforzate con fibre di vetro (PRFV) – Serbatoi cilindrici orizzontali per l'immagazzinamento non a pressione di carburanti o combustibili liquidi derivati dal petrolio – Trasporto, maneggio, immagazzinamento ed installazione di serbatoi a parete semplice.
- UNI EN 977:1999 – Serbatoi interrati di materie plastiche rinforzate con fibre di vetro (PRFV) – Metodo di esposizione ai fluidi da una sola parte.
- **UNI EN 12050-1:2003 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale.**
- **UNI EN 12050-2:2002 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Impianti di sollevamento per acque reflue prive di materiale fecale.**
- **UNI EN 12050-3:2001 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Impianti di sollevamento per acque reflue contenenti materiale fecale ad applicazione limitata.**
- **UNI EN 12050-4:2001 – Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Valvole di non-ritorno per acque reflue prive di materiale fecale e per acque reflue contenenti materiale fecale.**
- **UNI EN 12566-1:2004 – Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT – Parte 1: Fosse settiche prefabbricate.**
- **UNI EN 12566-3:2009 – Piccoli sistemi di trattamento delle acque reflue fino a 50 PT – Parte 3: Impianti di trattamento preassemblati e/ o assemblati in sito delle acque reflue domestiche.**
- **UNI EN 1825-1:2005 – Separatori di grassi – Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove, marcatura e controllo qualità.**
- UNI EN 1825-2:2003 – Separatori di grassi – Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione.
- **UNI EN 858-1:2005 – Impianti di separazione per liquidi leggeri (per esempio benzina e petrolio) – Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità.**

**- UNI EN 858-2:2004 – Impianti di separazione per liquidi leggeri (ad esempio benzina e petrolio) – Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione.**

**Immissione in fognatura**

Collegamento delle nuove reti fognarie nei recapiti esistenti mediante realizzazione di un'opera di immissione. L'intervento consiste nella realizzazione, all'interno di un pozzetto, degli elementi indicati nel progetto esecutivo e/o richiesti dalle normative locali e/o nazionali; generalmente nelle immissioni devono essere presenti: una braga per il collegamento alla recapito fognario, un sifone firenze se non è già stato previsto in differente posizione, una ispezione con possibilità di prelievo di campioni dei fluidi scaricati, eventuale salto di quota, getto di completamento in cls del fondo del pozzetto fino a metà sezione della tubazione (tratto sub orizzontale), tappi di ispezione, pezzi speciali, staffaggi, ecc.

Pozzetto rispondente alla norma di prodotto: UNI EN 1917:2004

Chiusino rispondenti alla di prodotto di prodotto: UNI EN 124

Tubazioni in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1, tipo SN (SN2-SN4-SN8) come la condotta principale, per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali non in pressione, giunto a bicchiere con anello in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio, oltre a quanto già riportato: opere murarie per la realizzazione della immissione nel nuovo recapito fognario, scavo, soletta di fondazione, pozzetto autoportante, prolunghe, rinfianco in cls, soletta superiore per riduzione passo uomo, riempimento scavo, muratura e messa in quota telaio botola, botola, foratura parete per passaggio tubazione, stuccatura interna pozzetto, materiali, trasporti, movimentazione, stuccatura e sigillatura dell'immissione sul recapito, ecc. Nel prezzo sono compresi anche tutti gli oneri per realizzare l'opera nel pieno rispetto delle prescrizioni Comunali vigenti.

**Sifone tipo Firenze**

Realizzazione di sifone tipo Firenze in pvc di diametro congruente con la tubazione in ingresso, con due ispezioni, completo di pozzetto e botola superiore come da progetto esecutivo.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: scavo, soletta di fondazione, pozzetto autoportante, prolunghe, rinfianco in cls, riempimento scavo, eventuale soletta superiore di riduzione passo uomo, riempimento fondo pozzetto fino all'asse mediano della tubazione, muratura e messa in quota telaio botola, botola, foratura parete per passaggio tubazione, stuccatura interna pozzetto, materiali, trasporti, movimentazione, ecc. Nel prezzo sono compresi anche tutti gli oneri per realizzare l'opera nel pieno rispetto delle prescrizioni Comunali vigenti.

Pozzetto rispondente alla norma di prodotto: UNI EN 1917:2004

Chiusino rispondenti alla di prodotto di prodotto: UNI EN 124

Tubazioni in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1, tipo SN (SN2-SN4-SN8) come la condotta principale, per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali non in pressione, giunto a bicchiere con anello in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP.

**Valvola antiriflusso a Clapet**

Fornitura e posa di valvola antiriflusso fine linea costruita in polietilene, metallerie in acciaio accoppiamento a parete verticale; battente verticale; tenuta idraulica 0.5 bar o altra richiesta in progetto; guarnizione di tenuta in EPDM, piattello in acciaio inox.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: sistemazione e livellamento supporto con idonee malte, fissaggi, sigillature, materiali, trasporti, movimentazione, ecc.

### **Norme generali per fognature**

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinati con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a); se di metallo, devono resistere alla corrosione; se di altro materiale, devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate, dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alle norme UNI 9031 ed UNI 9031 FA 1-93 soddisfa quanto detto sopra;
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere alle seguenti norme: tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 7443 FA 178-87; tubi di PVC per condotte interrato: UNI 7447; tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrato: UNI 7613 tubi di polipropilene (PP): UNI 8319 ed UNI 8319 FA 1-91; tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 8451. Inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI 6901 e UNI 8317;
- d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali e, qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Valgono inoltre quali prescrizioni ulteriori cui fare riferimento, le norme UNI 9184 ed UNI 9184 FA 1-93.

- a) I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio di 5 cm tra parete e tubo; i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto ed essere di materiale compatibile con quello del tubo.
- b) I bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone. Ad evitare la diffusione di odori sgradevoli, la fogna bianca sarà sifonata prima dell'immissione nella fogna comunale secondo le prescrizioni del vigente regolamento comunale. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale.
- c) Per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.), devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.
- d) Tutte le tubazioni dovranno avere opportune pendenze per consentire lo svuotamento delle reti.
- e) Le tubazioni e più precisamente i pozzetti di ispezione, da eseguire lungo il percorso fognario, dovranno essere ubicate in modo da rendere agevoli e pratiche le operazioni di manutenzione, e preferibilmente dovranno essere situati in zone condominiali

Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere l'articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua (cfr. art. 48);

- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
- b) impermeabilità all'acqua ed ai gas, per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
- c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
- e) opacità alla luce, per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- g) resistenza agli urti accidentali;

- in generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- h) conformazione senza sporgenze all'interno, per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate

dalle acque;

i) stabilità di forma in senso sia longitudinale, sia trasversale;

l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;

m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;

n) durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;

- gli accumuli e i sollevamenti devono essere a tenuta di aria, per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno, a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;

- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione, la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali e, qualora non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

Valgono inoltre, quali prescrizioni ulteriori a cui fare riferimento le norme UNI 9183 ed UNI 9183 FA 1-93.

1) Nel suo insieme l'impianto deve essere installato in modo da consentire una facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi e non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.

2) Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o simili oppure dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il D.M. 12 dicembre 1985 e CPRC.LL.PP 16 marzo 1989 n. 31104 per le tubazioni interrato.

3) I raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc.

Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.

4) I cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producano apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento.

Le connessioni in corrispondenza dello spostamento dell'asse delle colonne dalla verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e, comunque, a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.

5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nelle norme UNI 9183 ed UNI 9183 FA 1-93. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata del bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;

- essere raccordate al disotto del più basso raccordo di scarico;

- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione, almeno ogni 10 connessioni della colonna di scarico.

6) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso, per coperture non praticabili, ed a non meno di 2 m per coperture praticabili.

Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

7) Punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi.

La loro posizione deve essere:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;

- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;

- ad ogni 15 m di percorso lineare, per tubi con diametro sino a 100 mm e ad ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;

- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.

Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm, bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40 , 50 m.

8) I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione; ed, inoltre, quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m, per diametri fino a 50 mm; ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.

9) Si devono prevedere giunti di dilatazione per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissati, quali parti murarie o vincolate rigidamente.

Gli attraversamenti delle pareti a seconda della loro collocazione, possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di manicotti di passaggio (controtubi), opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.

10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati.

11) Le discese fognarie (bianche e nere) correnti in cavedi o casse vuote, dovranno prevedere tratti di interruzione o deviazione tali da diminuire le velocità di caduta e dovranno essere isolate acusticamente.

## DRENAGGI

Norme di riferimento

- UNI EN 295-1 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Specificazioni
- UNI EN 295-5 Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami - Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres
- UNI EN 1401-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi, i raccordi e il sistema
- UNI EN 1433 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità
- UNI EN 1916 Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
- UNI EN 1917 Pozzetti e camere d'ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
- UNI EN 12666-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione
- Polietilene (PE) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi e il sistema
- UNI EN ISO 12958 Geotessili e prodotti affini – Determinazione della capacità drenante nel piano
- UNI EN 13252 Geotessili e prodotti affini – Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti
- UNI EN 13476-1 a -3 Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)
- UNI EN 13380 Requisiti generali per componenti utilizzati per la ristrutturazione e la riparazione di sistemi di drenaggio e di fognatura all'esterno di edifici
- UNI EN 13598-1 e -2 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi e fognature interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)
- UNI EN 15237 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Drenaggio verticale

### Drenaggio con tubo di polietilene HD a doppia parete

Ove previsto negli elaborati di progetto si realizzerà un drenaggio con un tubo di polietilene ad alta densità di diametro come previsto in progetto. in un bauletto in ghiaia di fiume o pietrisco di cava lavati di pezzatura mista da 15 mm a 50 mm, il tutto rivestito in geotessile da 500 gr/mq.

I tubi, di colore verde o giallo, esterno corrugato ed interno liscio, resistenza allo schiacciamento 300N con

deformazione diametro interno pari al 5%, sono forniti in rotoli e sono provvisti di manicotti di giunzione. Le ubicazioni, il numero, i percorsi ed i diametri sono indicati nel progetto esecutivo. Sono compresi oltre la fornitura e posa in opera dei materiali come descritti sopra anche lo scavo, l'assestamento della ghiaia o del pietrisco con pestello meccanico, il rinterro ed il livellamento del piano.

## **CAVIDOTTI**

### **Norme di riferimento**

- CEI EN 61386-1 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50086-2-4 Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- CEI EN 61386-21 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-22 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI EN 61386-23 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- UNI EN 12613 Dispositivi di avviso visuali di materia plastica per cavi e tubazioni interrati.

### **Cavidotti in pvc**

Tutti i cavidotti saranno realizzati con tubi in polietilene ad alta densità a doppia parete, corrugato esternamente e a parete liscia internamente. I tubi, di colore rosso blu o altro prescritto dall'Ente che utilizzerà l'infrastruttura, con sonda tiracavo in polipropilene e manicotti di giunzione tubi, dovranno essere conformi alle normative CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) e succ. mod., prodotti da azienda certificata ISO 9001:2000 e ISO 14001:2004 (certificazione ambientale). Tubi forniti in rotoli o barre.

I tubi dovranno essere identificati per mezzo di marcatura riportante:

- il nome del produttore
- il codice di identificazione del prodotto
- il diametro nominale
- la lettera N (tipo normale)
- la normativa di riferimento
- la scritta IEMMEQU
- eventuali marchi esteri
- la data di produzione
- l'ora di produzione
- la resistenza allo schiacciamento (450N o 750N)

Ove richieste dovranno essere riportate anche le marcature dell'Ente che utilizzerà l'infrastruttura (Enel, Telecom, ecc.).

Le ubicazioni, il numero, i percorsi ed i diametri sono indicati nel progetto esecutivo.

Nel prezzo sono compresi tutti i materiali, protezione anti UV con speciale additivo nella mescola in pead, i sottofondi, i rinfianchi, le richiusure degli scavi, le strisce in materiale plastico retinato di segnalazione cavi da interrare 30 cm circa sopra ai cavidotti (o diversa disposizione dell'Ente), le selle di supporto in materiale plastico con passo non superiore a 1,5 m, i manicotti, e di ogni altro onere per la realizzazione dell'opera a regola d'arte con la sola esclusione degli scavi e dei rinterri.

### **Basamenti per pali illuminazione**

I plinti di fondazione per i pali di illuminazione (dritti o a sbraccio) dovranno essere prefabbricati o realizzati in getto di calcestruzzo, con tubo di cemento o PVC per innesto palo, di diametro non inferiore a 1,5 volte il

diametro di base del palo stesso, e della lunghezza minima di cm. 80 o altra prescritta dal produttore di pali. I plinti dovranno essere completi di pozzetto ispezionabile, il quale dovrà essere posizionato nelle immediate vicinanze del palo, con chiusino in ghisa sferoidale carrabile con portata congruente alle disposizioni della norma UNI EN 124 min C250, avente luce netta minima pari a 40x40 cm, senza personalizzazione (ENEL / TELECOM), completo di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri-chiusini. I pali dovranno essere posizionati all'interno del plinto in modo che la parte interrata sia quella richiesta dal costruttore, e che la protezione a base palo si venga a trovare nella zona d'incastro. I pali dovranno essere infine bloccati all'interno della loro sede mediante l'uso di sola sabbia costipata intasamento finale in malta, al fine di garantirne l'eventuale successiva sfilabilità.

E' compreso ogni onere per dare finita l'opera a regola d'arte, quindi ad esempio: scavo, soletta di fondazione, basamento, prolunghie, rinfilanco in cls, riempimento scavo, muratura e messa in quota telaio botola, botola, foratura parete per passaggio tubazione, stuccatura interna pozzetto, materiali, trasporti, movimentazione, ecc.

## **SEGNALETICA**

### **Segnaletica stradale**

Norme di prodotto

- **UNI EN 1423 Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele**
- **UNI EN 1463-1 "Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Parte 1: Requisiti delle prestazioni iniziali"**
- **UNI EN 12352 "Attrezzatura per il controllo del traffico - Dispositivi luminosi di pericolo e di sicurezza"**
- **UNI EN 12368 "Attrezzatura per il controllo del traffico - Lanterne semaforiche"**
- **UNI EN 12899-1 "Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 1: Segnali permanenti"**
- **UNI EN 12899-2 "Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati (TTB)"**
- **UNI EN 12899-3 "Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti"**
- **UNI CEI EN 12966-1 "Segnaletica verticale per il traffico stradale - Pannelli a messaggio variabile - Parte 1: Norma di prodotto"**
- Nuovo Codice della Strada - D.L. 30 Aprile 1992, n. 285 e ss.agg.
- Regolamento di attuazione del CdS DPR 16 Dicembre 1992 nr. 495 e ss.agg.
- DM 31.05.95 Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali.
- Decreto Interministeriale del 4 marzo 2013
- Delibera della Giunta Regionale ER n. 1643 del 18/11/2013 Linee guida per la progettazione dei piani di segnaletica verticale

Altre norme europee

- UNI EN 1424 Materiali per segnaletica orizzontale - Microsfere di vetro da premiscelare
- UNI EN 1436 Materiali per segnaletica orizzontale - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada
- UNI EN 1790 "Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali preformati per segnaletica orizzontale";
- UNI EN 1824 "Materiali per segnaletica orizzontale - Prove su strada";
- UNI EN 1871 "Materiali per segnaletica orizzontale - Proprietà fisiche";
- UNI EN 12767 "Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali - Requisiti,

classificazione e metodi di prova”;

- UNI EN 13422 “Segnaletica stradale verticale - Dispositivi e delineatori di avvertimento portatili deformabili - Segnali stradali portatili per il traffico - Coni e cilindri”.

Altre norme volontarie

- UNI EN 1824:2011 “Materiali per segnaletica orizzontale - Prove su strada”;

- UNI EN 1871:2002 “Materiali per segnaletica orizzontale - Proprietà fisiche”;

- UNI EN 12767:2008 “Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali - Requisiti, classificazione e metodi di prova”;

- UNI EN 13422:2009 “Segnaletica stradale verticale - Dispositivi e delineatori di avvertimento portatili deformabili - Segnali stradali portatili per il traffico - Coni e cilindri”.

- UNI EN 12802 Materiali per segnaletica orizzontale - Metodi di laboratorio per l'identificazione

- UNI EN 13459 Materiali per segnaletica orizzontale - Campionamento da prodotti immagazzinati e prove

- UNI 11154 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera - Segnaletica orizzontale

- UNI 7543 Colori e segnali di sicurezza

Tutta la segnaletica stradale, orizzontale e verticale, interne ed esterna, deve essere realizzata in conformità alle norme del vigente Codice della Strada e delle altre norme correlate.

Tutta la segnaletica informativa e di sicurezza deve essere realizzata secondo un sistema integrato e coordinato, adattabile a tutte le esigenze di informazione previste in progetto.

### **Verniciatura orizzontale**

Segnaletica stradale orizzontale in vernice spartitraffico rifrangente premiscelata (composto di resina alchidica o acrilica) permanente con microsfere di vetro, in quantità 1,6 Kg/mq, in opera su superfici stradali bitumate o selciate o in calcestruzzo, di qualsiasi entità, in esterno o all'interno compreso la pulizia del fondo e ogni onere per il tracciamento e la fornitura del materiale.

La stesa in opera dovrà essere conforme e dovrà rispettare le prescrizioni della normativa UNI-EN 1436, con particolare riguardo ai criteri di efficienza, rifrangenza e antiskid. Posa conforme alla UNI 11154:2006.

In colore bianco rifrangente, giallo, nero, rosa, blu o altri colori come da CdS, progetto e richieste di Enti.

Strisce di delimitazione carreggiate, mezzerie strade parcheggi, posti auto e moto, demarcazione di passaggi pedonali, di linee di arresto, di zebraure, scritte, frecce e disegni vari e di altri segni sulla carreggiata

### **Cartello segnaletico stradale**

Fornitura e posa in opera di segnali stradali delle forme e figure stabilite dal Codice della Strada e del Regolamento di Attuazione e da montare su pali zincati di idonea altezza e con diametro min di 60 mm e con sistema antirotazione, con idonei collari anche per uso bifacciale, con scatolatura perimetrale di rinforzo e attacchi universali saldati sul retro: in lamiera di ferro zincata e verniciata con spessore di 10/10 mm, in pellicola rifrangente EG classe 1, o HI classe 2 ove indicato specificatamente, ai sensi della UNI EN 12899-1 corrispondente al “Livello Prestazionale Inferiore” indicato dalla UNI 11480.

La pellicola, a "pezzo unico", dovrà inoltre essere marcata CE:

- se con tecnologia a microsfere, ai sensi della UNI EN 12899-1;

- se con tecnologia a microprismi, ai sensi della UNI 11480 da parte degli Organismi europei preposti, di opportuni Benestare Tecnici Europei o Valutazioni Tecniche Europee (ETA) di pertinenza, che ne definiscono le prestazioni

Il segnale dovrà avere classe prestazionale minima per la spinta del vento pari a WL7.

E' compreso quanto occorre per dare l'opera finita, come: palo di qualsiasi altezza e dimensione, staffaggi, fondazione in calcestruzzo di dimensioni idonee a garantire la perfetta stabilità in rapporto al tipo di segnale e alla natura dei terreni, compreso ogni altro onere per dare il lavoro completo e a perfetta regola d'arte.

**In caso di segnali o cartelli di dimensioni uguali o superiori a 2 mq, è richiesto il dimensionamento e la certificazione della fondazione da parte di tecnico abilitato.**



**Delineatore speciale di ostacolo**

Delineatore speciale di ostacolo in alluminio, di colore giallo delle dimensioni di 50 x 40 cm (in osservanza del Regolamento di attuazione del Codice della strada fig. II 472 Art 177), per la segnalazione di isole spartitraffico: rifrangenza classe I.

E' compreso quanto occorre per dare l'opera finita, come: palo, fondazione, staffaggi, fondazioni in calcestruzzo di dimensioni idonee a garantire la perfetta stabilità in rapporto al tipo di segnale e alla natura dei terreni, compreso ogni altro onere per dare il lavoro completo e a perfetta regola d'arte.

**Cancellatura di segnaletica orizzontale**

Cancellatura di segnaletica orizzontale in vernice (mediante sopraverniciatura), eseguita su qualunque tipo di pavimentazione, compreso ogni onere accessorio per ottenere la perfetta scomparsa del segno da eliminare.

**ASSISTENZE MURARIE IMPIANTI - PONTEGGI**

Le assistenze murarie per la realizzazione degli impianti meccanici, elettrici, speciali sono comprese nei rispettivi capitolati tecnici.

**PONTEGGI**

- D.lgs 81/08 integrato dal Dlgs 3.08.2009, n. 106
- Accordo del 26.01.2006 - Conferenza Permanente Stato-Regioni-Province Autonome, in attuazione degli artt. 36 quater, comma 8, e 36 quinquies, comma 4, del D. Lgs 626/94, in materia di prevenzione e protezione dei lavoratori sui luoghi di lavoro (G.U. n. 45 del 23.02.2006).
- D.Lgs. 8 luglio 2003, n. 235 – Attuazione della Direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori.
- D.M. del M.L.P.S 19 Settembre 2000 - Riconoscimenti di efficacia
- D.Lgs 4 agosto 1999 n. 359 - Attuazione della direttiva 95/63/CE che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori.
- D.Lgs. 17 marzo 1995 n° 115 - Sicurezza generale dei prodotti.
- D.M. del M.L.P.S 22 maggio 1992 n. 466 - Riconoscimenti di efficacia.
- D.M. del M.L.P.S. 23 marzo 1990 n° 115 - Riconoscimenti di efficacia.
- D.M. del M.L.P.S. 2 settembre 1968 - Riconoscimenti di efficacia di alcune misure tecniche di sicurezza per i ponteggi metallici fissi, sostitutive di quelle indicate nel DPR 164/56.
- Linea Guida Ispeles con allegati – Per l'esecuzione di lavori temporanei in quota con l'impiego di sistemi di accesso e posizionamento mediante ponteggi metallici fissi di facciata
- Circolare M.L.P.S n. 30/2006 del 21/11/2006 - "Chiarimenti sui trabattelli.
- Circolare M.L.P.S n.25/2006 del 13/09/2006 - Obblighi del datore di lavoro relativi all'impiego dei ponteggi.
- Circolare M.L.P.S. n. 28/2004 del 08/07/2004 - Chiarimenti concernenti le tolleranze dimensionali dei profili cavi.
- Circolare M.L.P.S. n. 30/2003 – "Chiarimenti concernenti la definizione di fabbricante di ponteggi metallici fissi.
- Circolare M.L.P.S. n. 20 del 23 05.2003 -"Chiarimenti in relazione all'uso promiscuo dei ponteggi metallici fissi.
- Circolare M.L.P.S. n. 3 dell' 08/01/01 - Chiarimenti sul regime delle verifiche periodiche di talune attrezzature di lavoro ex D.Lgs 359/99.
- Circolare M.L.P.S. n. 46 dell' 11/07/00 - Verifiche di sicurezza dei ponteggi metallici fissi.
- Circolare M.L.P.S. n. 44 del 10/07/00 - Verifiche e controlli, modalità di conservazione delle relative documentazioni ex D. Lgs 359/99.
- Lettera circolare M.L.P.S. n° 22787/OM-4 del 21/01/99 - Istruzioni per la compilazione delle relazioni

- tecniche - Precisazioni e chiarimenti.
- Lettera circolare M.L.P.S. n° 20298/OM-4 del 09/02/95 - Utilizzo di elementi di impalcato metallico prefabbricato di tipo autorizzato in luogo di elementi di impalcato in legname.
- Circolare n° 44 del 15/05/90 - Aggiornamento delle istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a telai prefabbricati.
- Circolare M.L.P.S. n° 149 del 22/11/85 - Disciplina della costruzione e dell'impiego dei ponteggi metallici fissi.
- Lettera circolare M.L.P.S. n° 22268/PR-7 del 22/05/82 - Requisiti dimensionali.
- Circolare M.L.P.S. n. 85 del 09/11/78 - Autorizzazione alla costruzione e all'impiego dei ponteggi metallici fissi.
- C.N.R. 10011/97 C.N.R. 10012/85 C.N.R. 10022/84 C.N.R. 10027/85.

Sono previsti i ponteggi a servizio di tutte le lavorazioni comunque da eseguire nell'ambito del contratto. Gli oneri relativi ai ponteggi sono compresi nelle specifiche lavorazioni.

Il ponteggio, ove necessario, sarà di tipo fisso ad estensione longitudinale (ponte di facciata) in metallo, a telai prefabbricati, per pareti verticali esterne di fabbricati, con piani di lavoro, parapetti, tavole fermapièdi e sottoponti, larghezza dei piani di lavoro minimo 0,7m, distanza in altezza fra i piani di lavoro 2,0 m, con mensole di sommità, esterne ed interne, ultimo piano di lavoro praticabile, ancoraggi; o altro ponteggio a discrezione dell'Appaltatore. L'esecuzione del ponteggio avverrà secondo le norme di legge relative alla sicurezza e igiene del lavoro. S'intendono compresi scale e impalcati con botola, schermi parasassi con sponda di protezione inclinata, scivoli per macerie, ponti e castelli per carico e scarico materiali, trasporti, movimentazione, montaggio, smontaggio, noli e ammortamenti, manutenzione nonché ogni altra prestazione accessoria occorrente.

E' compreso pure un rivestimento schermante applicato al ponteggio precedentemente descritto, per impedire il passaggio di polvere, con telo rinforzato con tessuto in polietilene, trasparente, compresi ulteriori ancoraggi necessari per il ponteggio.

## **V - CRITERI DI MISURAZIONE**

Poiché la forma dell'appalto è "a corpo", oltre all'importo stabilito in sede di gara, non sarà dovuto all'Appaltatore alcun maggior compenso.

Per le opere in aggiunta e/o detrazione alla parte forfetaria da contabilizzarsi "a misura" (sempre che siano state richieste dal Committente/DL e previa quantificazione da parte dell'Appaltatore, approvata per iscritto dal Committente stesso), vengono di seguito indicate alcune norme di misurazione e valutazione delle opere, esposte e suddivise per le principali categorie di intervento, con i principali oneri di esecuzione, ad integrazione di quanto già indicato nella Descrizione Tecnica Opere Edili.

### **DEMOLIZIONI**

- Demolizioni

La lunghezza, la superficie e il volume riguardanti i tagli, le demolizioni saranno valutati come grandezze vuote per pieno a meno che non sia diversamente specificato nel singolo articolo. In particolare, il volume degli edifici da demolire sarà determinato moltiplicando la superficie di base per il dislivello fra il pavimento più basso e la cornice di gronda.

E' previsto l'allontanamento dei prodotti di demolizione con trasporto a discarica, compresi gli oneri per lo

smaltimento in discarica, per la protezione e la pulizia delle pubbliche vie, per l'abbattimento della produzione di polveri, per il sostegno delle strutture da mantenere, ecc.

I materiali da rimuovere e da conservare, qualora specificatamente richiesto, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione Lavori, rimanendo di proprietà del Committente.

### **SCAVI, RINTERRI, RILEVATI**

- Scavi
- Rinterri, rilevati, stabilizzati, vespai

Gli scavi di sbancamento generale verranno contabilizzati misurando il volume effettivo asportato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti disponibili da progetto o eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori; dovrà essere preventivamente concordato con la DL il dimensionamento dello scavo stesso, così come il rapporto di scarpata teorica da conteggiare per le pareti di scavo, secondo le condizioni del terreno.

Gli scavi a sezione obbligata, a sezione ristretta e di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Gli scavi a sezione obbligata saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Gli scavi per condotte o cunicoli di larghezza inferiore a m 0.5 verranno valutati con una larghezza di scavo non inferiore alla detta.

Per "terreno di qualsiasi natura" si intende terreno di qualunque consistenza e compattezza, anche friabile, ma con esclusione della roccia e dei conglomerati calcarei o simili, per i quali si dovranno valutare a parte le opere necessarie per la frantumazione, secondo le disposizioni della DL.

Nel prezzo degli scavi debbono sempre considerarsi compresi gli oneri per le sbadacchiature, puntellature e quanto altro si rendesse necessario per l'esecuzione del lavoro in condizioni di assoluta sicurezza per il personale così come previsto dalle norme di prevenzione antinfortunistica in vigore. A tale proposito l'Appaltatore assume la piena responsabilità per qualsiasi danno a persone o cose che dovesse derivare dalla inosservanza di dette norme.

Nel prezzo esposto degli scavi si intendono compresi anche i seguenti oneri:

- taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- aggotamenti acque di falda e piovane;
- annaffiatura del piano per limitare la produzione di polvere;
- paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico e rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione della materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- la regolazione delle scarpate o pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre in genere e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legame o dei ferri;
- demolizione ed esportazione di trovante di roccia; demolizione di vecchie fondazioni o strutture in genere che si dovessero incontrare;

- eventuali cavi, fognature od altri servizi ed impianti funzionanti, che dovranno essere mantenuti in piena efficienza o comunque, se venissero danneggiati, dovranno essere ripristinati a spese e cure dell'Appaltatore.

Nel caso dei rinterri, dei riporti, delle bonifiche, dei rilevati e dei materiali per la realizzazione della piattaforma stradale, oltre a quanto detto prima la misurazione si intende sempre a m<sup>3</sup> di materiale compattato, con volume determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

## **OPERE STRUTTURALI**

### **Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni e per strutture in opera, quando non sia altrimenti specificato, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorchè inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione lavori. Nei relativi prezzi, oltre a gli oneri delle murature in genere, si intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

I calcestruzzi di qualsiasi tipo e forma verranno valutati a m<sup>3</sup> di volume effettivo, quando non sia altrimenti specificato.

Non saranno dedotti vuoti per fori o passanti di canne la cui cubatura non sia superiore ai m<sup>3</sup> 0.20 ciò a compenso della cassetta dei fori stessi e per la quale non verrà computato alcun altro onere.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.

### **Acciaio per c.a.**

Dove non diversamente indicato, l'acciaio per c.a. sarà valutato a peso, ricavato attraverso le lunghezze indicate nei disegni esecutivi delle strutture moltiplicate per il peso teorico indicati dalle tabelle U.N.I., oppure dalle tabelle della ditta fornitrice del ferro.

Per le reti di acciaio elettrosaldate la valutazione verrà eseguita a peso in base alla superficie effettivamente interessata con una maggiorazione per sormonti.

Nel peso risultante e per il prezzo esposto, si intendono compensati gli sfridi e le legature con filo di ferro cotto, nonché qualsiasi onere inerente.

### **Casseforme**

Le casseforme verranno valutate per la superficie bagnata ed a contatto del getto. Non verranno dedotte le superfici di fori o passanti per canne inferiore al m<sup>2</sup>, ciò a compenso del cassero per realizzare il foro stesso.

### **Palificate**

I pali saranno valutati per la loro lunghezza misurata tra le quote inferiore di progetto e la quota di testata della trave superiore o al plinto. Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la trivellazione o la battitura, la fornitura ed il getto del calcestruzzo, la scapitozzatura delle teste, la sistemazione dei ferri dopo la scapitozzatura per l'inserimento nella trave o nel plinto, l'eventuale impiego di fanghi bentonitici, l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta e gli spostamenti delle attrezzature. Sono compensati con altre voci di elenco prezzi la fornitura e posa del ferro d'armatura, la demolizione delle corree di guida nonché la scapitozzatura della testa delle paratie se non diversamente specificato nella singola voce di articolo.

### **Strutture metalliche**

Per le norme di misurazione si rimanda alle opere da fabbro.

### **OPERE DA FABBRO**

- Grigliati
- Parapetti

Le opere in grigliato saranno, salvo quanto diversamente specificato, valutate al mq di superficie netta con esclusione dei fori inferiori a 0,5 mq che saranno compensati vuoto per pieno.

I parapetti saranno valutati metro lineare di proiezione orizzontale degli stessi come indicato nelle piante di progetto esecutivo o in alternativa per il peso teorico dei profili, piastre, piatti, ecc., indicati dalle tabelle U.N.I.

L'esecuzione dei parapetti dovrà avere tutte le cure necessarie per non evidenziare affatto alcun tipo di giunzione, ad eccezione di quelle presenti negli angoli.

Dove non diversamente indicato, le opere di carpenteria metallica saranno valutate a peso, ricavato attraverso il prodotto delle lunghezze indicate nei disegni esecutivi delle strutture moltiplicate per il peso teorico dei profili, piastre, piatti, ecc., indicati dalle tabelle U.N.I., oppure dalle tabelle della ditta fornitrice del ferro.

I pannelli di tamponamento, metallici o in c.a., saranno valutati secondo la superficie risultante in prospetto, con esclusione dei bordi, dei risvolti, delle fughe e degli irrigidimenti e dei fori inferiori a 0,5 mq che saranno compensati vuoto per pieno.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

### **MASSETTI, PAVIMENTI**

- Massetti, sottofondi e rasanti
- Pavimenti

Saranno valutati nella loro superficie effettiva netta, comprendendo tutti i raccordi e lo sviluppo in pendenza; in tutti i casi, con l'esclusione dei vani o ingombri minori di 0,5 mq che saranno valutati vuoto per pieno. E' compreso e compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi.

I prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiodi, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva, chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinito dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento e, dove richiesto, un incastro perfetto

Nelle scale la misurazione dei gradini comprenderà anche le alzate.

- Battiscopa

Saranno valutati a ml secondo il lato di maggior sviluppo.

### **INTONACI, TINTEGGIATURE E VERNICIATURE**

- Intonaci

La valutazione a mq degli intonaci sarà effettuata sullo sviluppo di tutte le superfici effettivamente intonacate; saranno valutate come piene le superfici di aperture inferiori a 1,5 mq solo se riquadrate (la misurazione vuoto per pieno si intende sulla proiezione piana della parete a compenso di spigoli, risalti, spalle o lesene che non verranno misurate).

La superficie di intradosso delle volte, di qualsiasi forma e monta, verrà determinata moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per il coefficiente 1,20.

Sia per i vani non riquadrati, come per quelli superiori a 1,5 mq si misureranno le superfici effettivamente intonacate, con la deduzione di tutti i vuoti o parti non intonacate, e valutate allo stesso prezzo dell'intonaco relativo. Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimento, zoccolatura e serramenti

I prezzi varranno sia per superfici piane che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti, negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

La DL potrà non ammettere al pagamento (e dedurre se già conteggiati) o chiedere la demolizione ed il rifacimento di tutti gli intonaci che si presentino a suo insindacabile giudizio incompatibili con le prescrizioni sopra riportate.

- Tinteggiature e verniciature

La valutazione a mq delle tinteggiature e verniciature sarà fatta sullo sviluppo di tutte le superfici effettivamente tinteggiate computate sulla proiezione piana della parete a compenso di spigoli, spalle o lesene che non verranno misurate, saranno valutate come piene le superfici inferiori a 1,5 mq.

Per la tinteggiatura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

- per le porte e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra e allo sguincio, se ci sono, non detraendo l'eventuale superficie del vetro. E' compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino o dell'imbotto. La misurazione della mostra o dello sguincio sarà eseguita senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;
- per le finestre senza persiane, ma con controportelli, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, essendo così compensata anche la verniciatura dei controportelli e del telaio (o cassettone);
- per le finestre senza persiane e senza controportelli si computerà una volta sola la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la verniciatura della soglia e del telaio (o cassettone);
- per le persiane comuni si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la verniciatura del telaio;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la verniciatura della superficie con la vista;

Per le carpenterie metalliche e per le opere da fabbro in genere si svilupperà la loro superficie effettiva.

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su tutte le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccialetti e simili accessori.

### **OPERE ESTERNE**

- Conglomerati bituminosi
- Pavimentazioni in genere
- Cordoli

La misurazione dei conglomerati bituminosi e delle pavimentazioni in genere sarà valutata a m<sup>2</sup> di superficie effettiva con esclusione dei vani o ingombri inferiori a 0.5 mq che saranno compensati vuoto per pieno.

I cordoli saranno valutati a ml di effettivo sviluppo senza incrementi per curve o altri pezzi speciali.

### **OPERE DI VERDE**

- Terreno vegetale
- Piantumazione a verde

La misurazione di prati e aiuole sarà eseguita tenendo conto della proiezione planimetrica.

La misurazione della piantumazione sarà valutata a m<sup>2</sup> di superficie effettiva con esclusione dei vani o ingombri inferiori a 0.5 mq che saranno compensati vuoto per pieno.

Piante e arbusti saranno valutati a numero.

### **FOGNATURE E DRENAGGI**

- Tubazioni
- Canalette
- Drenaggi
- Cavidotti

La misurazione delle tubazioni per fognatura verrà fatta a ml posato in opera, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei giunti.

I pezzi speciali saranno ragguagliati al ml delle tubazioni del corrispondente diametro nel seguente modo:

- curve, gomiti e riduzioni = ml. 1,00
- braghe semplici e giunti semplici = ml. 1,25
- braghe multiple, giunti doppi, ispezioni con tappo compreso = ml. 1,75
- sifoni = ml. 2,75

I tubi pluviali saranno misurati al metro lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte intendendosi compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e posa in opera di staffe e cravatte.

I cavidotti saranno valutati a ml di effettivo sviluppo (esclusi i pozzetti) con prezzi differenziati a seconda del numero di tubi costituenti il cavidotto.

Canalette e drenaggi saranno valutati a ml di effettivo sviluppo.

### **SEGNALETICA**

- Verniciatura in strisce
- Verniciatura di fasce simboli e superfici
- Cartelli segnaletici

La misurazione delle strisce orizzontali sarà valutata a ml secondo il lato di maggior sviluppo, mentre per la verniciatura di superfici, fasce, simboli, ecc. si valuterà a mq con esclusione dei vuoti.

I cartelli segnaletici stradali saranno valutati a numero e saranno comprensivi di pali, fondazioni, scavi, ecc.

I pannelli segnaletici si valuteranno a mq per l'effettiva superficie.

### **ASSISTENZE MURARIE - PONTEGGI**

Le assistenze murarie per gli impianti sono comprese nei prezzi degli impianti stessi.

I ponteggi, se non ricompresi nelle singole lavorazioni, saranno valutati a mq di superficie verticale coperta e contata una sola volta.



**36 IMPIANTO PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

Si rimanda ai capitolati tecnici specifici degli impianti di illuminazione pubblica.