

# COMUNE DI GOLFERENZO

PROVINCIA DI PAVIA



## SISTEMAZIONE MOVIMENTO FRANOSO CASA PEGORINI

D.G.R. 30.03.2016 – n. X/4996 “Programma, per gli anni 2016,2017 e 2018, di interventi strutturali e prioritari nelle aree a rischio idrogeologico elevato nonché conseguenti a calamità naturali”

### PROGETTO ESECUTIVO

### CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE

Il Sindaco:

Il R.U.P.:

Il Progettista:

.....  
*Claudio Scabini*

.....  
*Arch. Stefania Carpino*

*Reguzzi*  
.....  
*Arch. Roberta Reguzzi*  
ORDINE DEGLI ARCHITETTI E PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DEI BENI CULTURALI DELLA PROVINCIA DI PAVIA  
N. 341  
ARCHITETTO  
REGUZZI ROBERTA  
CONSERVATORE A

<b>TITOLO I - DISCIPLINA</b> .....	2
ARTICOLO 1 - OGGETTO .....	2
ARTICOLO 2 - NORMATIVA E RINVIO .....	2
ARTICOLO 3 - APPALTO PUBBLICO.....	2
ARTICOLO 4 - VALORE DELL'APPALTO .....	2
ARTICOLO 5 - MODALITÀ DI STIPULAZIONE .....	3
ARTICOLO 6 - CATEGORIE DI LAVORI.....	3
ARTICOLO 7 - CATEGORIE OMOGENEE.....	3
ARTICOLO 8 - INTERPRETAZIONE DEI DOCUMENTI.....	4
ARTICOLO 9 - DIRETTORE DEL CANTIERE.....	4
ARTICOLO 10 - MATERIALI E COMPONENTI .....	4
ARTICOLO 11 - DIRETTORE DEI LAVORI.....	5
ARTICOLO 12 - GIORNALE DEI LAVORI .....	5
ARTICOLO 13 - ISPEZIONI .....	5
ARTICOLO 14 - AVVIO DEI LAVORI.....	5
ARTICOLO 15 - ULTIMAZIONE DEI LAVORI.....	6
ARTICOLO 16 - SOSPENSIONE DEI LAVORI .....	6
ARTICOLO 17 - PROROGHE DEI TERMINI .....	6
ARTICOLO 18 - CRONOPROGRAMMA .....	6
ARTICOLO 19 - PENALI PER RITARDI .....	7
ARTICOLO 20 - CAUZIONE E GARANZIA .....	7
ARTICOLO 21 - COPERTURE ASSICURATIVE .....	7
ARTICOLO 22 - PAGAMENTI IN ACCONTO .....	8
ARTICOLO 23 - PAGAMENTO A SALDO .....	9
ARTICOLO 24 - MODIFICHE E VARIANTI .....	9
ARTICOLO 25 - MODIFICHE NON SOSTANZIALI .....	9
ARTICOLO 26 - VALUTAZIONE ECONOMICA .....	9
ARTICOLO 27 - QUINTO D'OBBLIGO .....	10
ARTICOLO 28 - CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI A CORPO .....	10
ARTICOLO 29 - CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI A MISURA .....	10
ARTICOLO 30 - CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI IN ECONOMIA .....	11
ARTICOLO 31 - CRITERI GENERALI DI CONTABILIZZAZIONE.....	11
ARTICOLO 32 - SUBAPPALTO .....	11
ARTICOLO 33 - AUTORIZZAZIONE AL SUBAPPALTO .....	11
ARTICOLO 34 - SUB-CONTRATTI.....	12
ARTICOLO 35 - PAGAMENTO DEI SUBAPPALTATORI .....	12
ARTICOLO 36- SICUREZZA E IGIENE .....	12
ARTICOLO 37 - OBBLIGHI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	12
<b>TITOLO II - DISPOSIZIONI TECNICHE</b> .....	16
ARTICOLO 38- PRINCIPIO GENERALE DI QUALITÀ.....	16
ARTICOLO 39 - MATERIALI.....	16
ARTICOLO 40 - ATTIVITÀ PRELIMINARI .....	17
ARTICOLO 41- TRACCIAMENTI .....	17
ARTICOLO 42 - PALI TRIVELLATI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO.....	18
ARTICOLO 43 - SCAVI .....	23
ARTICOLO 44 - SCAVI DI SBANCAMENTO E DI FONDAZIONE .....	23
ARTICOLO 45 - SCAVI SUBACQUEI E RINTERRI .....	24
ARTICOLO 46 - OPERE DI CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA .....	25
ARTICOLO 47 - PALIZZATE IN LEGNO .....	37
ARTICOLO 48 - FONDAZIONI STRADALI .....	38
ARTICOLO 49 - TRATTAMENTO CON CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	43
ARTICOLO 50 - MISURAZIONI .....	56

# TITOLO I - DISCIPLINA

## Articolo 1 - Oggetto

Il presente Capitolato disciplina le caratteristiche qualitative, le specifiche tecniche e le modalità di realizzazione dei lavori denominati "Sistemazione movimento franoso Casa Pegorini", di cui al D.G.R. 30.03.2016 - n. X/4996 "Programma, per gli anni 2016,2017 e 2018, di interventi strutturali e prioritari nelle aree a rischio idrogeologico elevato nonché conseguenti a calamità naturali"

Il presente Capitolato è parte del progetto esecutivo a norma dell'articolo 23 del Codice.

## Articolo 2 - Normativa e rinvio

La disciplina della procedura di gara e del successivo rapporto contrattuale di diritto privato è contenuta nel documento denominato "bando e disciplinare" e nello schema di "contratto d'appalto", disciplina che qui si intende integralmente riportata e trascritta.

Per tutto quanto non previsto in tali documenti, si rinvia al **Codice**, il decreto legislativo 18 aprile 2016 numero 50 di *Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture*, nonché ai provvedimenti attuativi del Codice medesimo e ad ogni altra norma regolatrice gli appalti pubblici.

## Articolo 3 - Appalto pubblico

A norma dell'articolo 1655 del Codice civile, *l'appalto* è il contratto col quale una parte assume, con organizzazione dei mezzi necessari e con gestione a proprio rischio, il compimento di un'opera o di un servizio verso un corrispettivo in denaro.

A norma dell'articolo 3 del Codice, sono *appalti pubblici* i contratti a titolo oneroso, stipulati per iscritto tra una o più stazioni appaltanti e uno o più operatori economici, aventi per oggetto l'esecuzione di lavori, la fornitura di prodotti e la prestazione di servizi.

## Articolo 4 - Valore dell'appalto

L'importo complessivo di lavori ed oneri stimato è quantificato come segue:

<b>A</b>	<b>IMPORTO DEI LAVORI</b>		
		di cui a BASE D'ASTA	€ 68.861,25
		ONERI per la sicurezza	€ 2.138,75
		<b>TOTALE</b>	<b>€ 71.000,00</b>
<b>B</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>		
		IVA sui LAVORI 22%	€ 15.620,00
		Imprevisti	€ 1.250,00
		Contributo all'A.N.A.C.	€ 30,00
		Rilievi, Spese progetto e D.L. Relazione geologica, Fondo accordi bonari, IVA e contributi previdenziali, arrotondamenti	€ 12.100,00
		<b>TOTALE</b>	<b>€ 29.000,00</b>
<b>IMPORTO TOTALE PROGETTO</b>			<b>€ 100.000,00</b>

L'importo dei lavori (colonna A) è comprensivo dei costi stimati del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (PSC) e, pertanto, non è oggetto di ribasso d'asta.

L'importo definitivo contrattuale sarà quantificato sottraendo dal valore stimato il ribasso d'asta offerto dall'aggiudicatario ed aggiungendo gli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza.

## **Articolo 5 - Modalità di stipulazione**

### **Il contratto è stipulato a corpo.**

Per le **prestazioni a misura** il prezzo convenuto potrà variare, in aumento o in diminuzione, in ragione della quantità effettiva della prestazione. I prezzi unitari, applicati alle quantità di lavorazioni eseguite, saranno quelli derivanti:

dall'elenco prezzi posto a base di gara ribassati della percentuale offerta dal concorrente.

Detti prezzi sono fissi ed invariabili per unità di misura e per ogni tipologia di prestazione.

Per le **prestazioni a corpo** il prezzo convenuto non può essere modificato sulla base della verifica della quantità o della qualità della prestazione.

Nel caso di contratto a corpo, o in parte a corpo ed in parte a misura, con offerta formulata in sede di gara con prezzi unitari dall'aggiudicatario in sede di gara, gli stessi non hanno nessuna efficacia negoziale e l'importo complessivo dell'offerta, anche se determinato figurativamente attraverso l'applicazione dei prezzi unitari alle quantità, resta fisso ed invariabile.

Allo stesso modo non hanno nessuna efficacia negoziale le quantità indicate dalla stazione appaltante negli atti progettuali e nella *"lista delle categorie di lavoro e forniture previste per l'esecuzione dell'appalto"*, ancorchè rettificata o integrata dal concorrente. Questo poichè, essendo obbligo esclusivo di quest'ultimo il controllo e la verifica preventiva della completezza e della congruità delle voci e delle quantità indicate dalla stessa stazione appaltante e la formulazione dell'offerta sulla sola base delle proprie valutazioni qualitative e quantitative, se ne assume i rischi.

I prezzi unitari offerti dall'aggiudicatario in sede di gara, anche se in relazione al lavoro a corpo, sono per lui vincolanti esclusivamente, se ed in quanto possibile, per la definizione, valutazione, approvazione e contabilizzazione di eventuali varianti "a corpo", (ovvero addizioni o detrazioni in corso d'opera), qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell'art. 106 del Codice.

Per contratti **in parte a corpo ed in parte a misura** varranno sia le disposizioni previste per i contratti a misura che quanto previsto per i contratti a corpo.

## **Articolo 6 - Categorie di lavori**

Categorie di lavori oggetto dell'appalto:

**categoria prevalente:** OS21

## **Articolo 7 - Categorie omogenee**

Per i lavori il cui corrispettivo è previsto a corpo, ovvero per la parte a corpo di un lavoro a corpo e a misura, i gruppi di categorie ritenute omogenee sono:

Descrizione delle categorie omogenee	Importo	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	Totali	Incidenza percentuale
OS21 - Opere strutturali speciali.	€ 46.128,83	€ 1.432,71	€ 47.561,54	66,99 %
OG3 - Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane.	€ 19.850,31	€ 616,53	€ 20.466,84	28,83 %
OS12A - Barriere stradali di sicurezza.	€ 2.882,11	€ 89,51	€ 2.971,62	4,18 %
<b>Totale</b>	<b>€ 68.861,25</b>	<b>€ 2.138,75</b>	<b>€ 71.000,00</b>	<b>100 %</b>

## Articolo 8 - Interpretazione dei documenti

In caso di contrasto tra gli elaborati tecnici e amministrativi progettuali, disciplina di gara, contratto ed il presente, prevalgono le disposizioni impartite dal Direttore Lavori in rapporto alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato in base a criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva nonché all'interesse della Stazione Appaltante.

## Articolo 9 - Direttore del cantiere

La direzione del cantiere è affidata al direttore tecnico dell'appaltatore o da altro tecnico, abilitato ed idoneo in rapporto alle caratteristiche dei lavori. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere.

La nomina del direttore di cantiere avviene mediante specifica delega conferita dall'appaltatore e da tutte le imprese operanti nel cantiere (subappaltatrici, cottimisti ecc.), con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

Il Direttore dei Lavori ha il diritto di esigere, anche senza motivazione espressa, il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'esecutore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.

Ogni variazione del soggetto preposto alla direzione di cantiere deve essere tempestivamente comunicata alla Stazione Appaltante corredata dal nuovo atto di delega, senza il quale la variazione non esperirà alcun effetto in danno della Stazione Appaltante.

Il Direttore di Cantiere dovrà assicurare la presenza assidua, costante e continua sul cantiere, anche in caso di doppia turnazione per l'intera durata dell'orario lavorativo.

Per ogni giorno in cui la Stazione Appaltante constaterà l'assenza, anche temporanea, troverà applicazione una penale pari ad euro 250,00 (euro duecentocinquanta/00).

## Articolo 10 - Materiali e componenti

L'appaltatore, nell'esecuzione di lavorazioni, opere, forniture, componenti, anche per impianti tecnologici oggetto dell'appalto, rispetta tutte le prescrizioni di legge in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la natura intrinseca, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate nel presente e negli elaborati del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci.

L'appaltatore è tenuto, senza riserve, anche nel caso di risoluzione in danno del contratto, a consegnare al Direttore Lavori tutte le certificazioni sulla qualità e provenienza dei materiali necessarie per il collaudo o l'utilizzo dell'opera.

## **Articolo 11 - Direttore dei Lavori**

Ai sensi dell'art. 101 del Codice, la Stazione Appaltante ha costituito l'Ufficio di Direzione Lavori composto da:

un Direttore Lavori i cui compiti e le cui prerogative sono disciplinate dall'art. 101 del Codice.

L'appaltatore deve rifiutare di eseguire attività o assecondare disposizioni impartite dai Direttori Operativi o dagli Ispettori di Cantiere se tali ordini non sono ricompresi tra i compiti assegnati loro dal Direttore Lavori. Del fatto dovrà esserne data comunicazione al Direttore Lavori.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di cambiare il Direttore Lavori in qualsiasi fase dell'esecuzione dell'appalto. Di tale modifica deve essere data comunicazione formale all'appaltatore.

Il Direttore dei Lavori ha la facoltà di designare o revocare i Direttori Operativi e gli Ispettori di Cantiere e di modificare, revocare od integrare i compiti loro assegnati.

## **Articolo 12 - Giornale dei lavori**

La tenuta del giornale dei lavori è rimessa alla discrezionalità del Direttore dei lavori in rapporto all'entità e complessità dell'appalto.

Il giornale dei lavori, se adottato, è tenuto a cura del Direttore Lavori, o da un suo assistente, per annotare in ciascun giorno, l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni, la specie ed il numero di operai, l'attrezzatura tecnica impiegata dall'esecutore nonché quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori, quali le osservazioni meteorologiche ed idrometriche, la natura dei terreni, gli ordini di servizio impartiti, le istruzioni e le prescrizioni impartite dal Responsabile Unico del Procedimento e dal Direttore Lavori, i processi verbali di accertamento di fatti o di esperimento di prove, le contestazioni, le sospensioni e le riprese dei lavori, le varianti ritualmente disposte, le modifiche e le aggiunte ai prezzi.

Il Direttore Lavori ogni dieci giorni e comunque in occasione di ogni visita, verifica l'esattezza delle annotazioni sul giornale dei lavori ed aggiunge le osservazioni, le prescrizioni e le avvertenze che ritiene opportune apponendo, con la data, la sua firma, di seguito all'ultima annotazione dell'assistente.

## **Articolo 13 - Ispezioni**

Il Direttore dei Lavori, con gli altri componenti dell'Ufficio di Direzione Lavori, il Responsabile Unico del procedimento ed il Coordinatore della sicurezza durante l'esecuzione, controllano il permanere delle condizioni di regolarità e sicurezza delle imprese in fase di esecuzione, indipendentemente dal fatto che le suddette funzioni vengano svolte da dipendenti pubblici o professionisti esterni.

L'esecutore ha l'obbligo di collaborare e di porre in essere tutti i comportamenti necessari affinché i soggetti di cui al comma precedente possano svolgere tale controllo. Eventuali comportamenti difformi costituiscono violazione degli obblighi contrattuali.

La Stazione Appaltante si riserva il diritto di visitare ed ispezionare il cantiere e a sottoporlo a periodici controlli anche senza preavviso e l'esecutore ha l'obbligo di consentire e facilitare tali operazioni ispettive.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, o, in mancanza, il Direttore Lavori, garantisce la frequenza delle visite in Cantiere sulla base della complessità dell'opera, assicura la sua presenza nelle fasi di maggiore criticità per la sicurezza, verbalizza ogni visita di cantiere ed ogni disposizione impartita.

## **Articolo 14 - Avvio dei lavori**

Il termine di avvio dei lavori è specificato nel contratto d'appalto a norma del precedente articolo 2.

L'avvio d'urgenza dell'esecuzione dei lavori, prima della stipula del contratto, è ammessa unicamente entro i limiti ed alle condizioni previsti dall'articolo 32 del Codice.

L'avvio dei lavori avverrà in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi previa convocazione dell'esecutore.

Il giorno previsto per l'inizio dei lavori dovrà essere comunicato all'esecutore a cura del Direttore Lavori con un preavviso di almeno cinque giorni. La comunicazione potrà avvenire via Posta Elettronica Certificata o fax.

Se nel giorno fissato l'appaltatore non si presenta, il Direttore Lavori redige un verbale sottoscritto da due testimoni e fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a cinque e non superiore a quindici giorni. I termini contrattuali per l'esecuzione dell'appalto decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine anzidetto è facoltà della Stazione Appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta.

Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata. In alternativa alla risoluzione si potrà procedere ugualmente alla consegna dei lavori e, in questo caso, il verbale di consegna dovrà essere sottoscritto da due testimoni.

### **Articolo 15 - Ultimazione dei lavori**

Il termine di conclusione dei lavori è specificato nel contratto d'appalto a norma del precedente articolo 2.

Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto delle ferie contrattuali, delle normali condizioni meteorologiche, delle ordinanze e regolamenti comunali relativi alla limitazione dei cantieri e delle attività rumorose e di ogni altra condizione ambientale ed amministrativa che normalmente caratterizza il luogo (ed il periodo) in cui si svolgono i lavori.

L'appaltatore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla Stazione Appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impegnato.

### **Articolo 16 - Sospensione dei lavori**

A norma dell'articolo 107 del Codice, in caso di avverse condizioni climatiche, cause di forza maggiore od altre circostanze speciali che impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente o a regola d'arte, la Direzione dei Lavori può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale.

Sono da ritenere circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante nei casi previsti dall'art. 106 comma 1 lettera c) del Codice.

La sospensione dei lavori si protrarrà sino alla cessazione della causa che l'ha determinata.

Il verbale di ripresa dei lavori, da redigere a cura del Direttore dei Lavori, non appena venute a cessare le cause di sospensione, è firmato dall'appaltatore e trasmesso al RUP. Nel verbale di ripresa il Direttore Lavori dovrà indicare il nuovo termine contrattuale.

### **Articolo 17 - Proroghe dei termini**

L'appaltatore può chiedere una proroga del termine contrattuale qualora, per cause a lui non imputabili, non sia in grado di ultimare i lavori nel termine utile.

La richiesta di proroga deve essere formulata almeno quaranta giorni prima della scadenza del termine contrattuale, salvo che l'ipotesi che il fatto determinante la necessità di proroga non si verifichi successivamente.

La decisione in merito alla proroga è resa dal RUP, sentito il Direttore dei Lavori, entro trenta giorni dalla richiesta.

### **Articolo 18 - Cronoprogramma**

Il cronoprogramma allegato al progetto esecutivo è, di norma, vincolante per l'esecutore sia per la fissazione del termine finale, sia per quanto attiene i termini parziali di ogni singola lavorazione.

Tuttavia l'esecutore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che riterrà più conveniente per darli perfettamente compiuti a regola d'arte nei termini contrattuali stabiliti per l'ultimazione dei lavori, purché a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante stessa.

In caso di necessità, al fine di garantire il rispetto dei termini contrattuali, l'impresa dovrà garantire lavorazioni in più turni giornalieri ed effettuare le correzioni delle criticità temporali con turni anche festivi.

### **Articolo 19 - Penali per ritardi**

In caso di mancato rispetto del termine contrattuale per la conclusione dei lavori, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo si applica la penale specificata nel contratto d'appalto a norma del precedente articolo 2.

L'importo complessivo della penale non potrà superare complessivamente il dieci per cento dell'ammontare netto contrattuale.

La penale è comminata dal RUP sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore dei Lavori.

L'applicazione della penale non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione Appaltante a causa del ritardo.

La penale per il ritardo sul termine finale verrà contabilizzata in detrazione in occasione del pagamento del Conto Finale.

E' ammessa, su motivata richiesta dell'appaltatore, la totale o parziale disapplicazione della penale, quando si riconosca che il ritardo non è imputabile all'impresa, oppure quando si riconosca che la penale è manifestamente sproporzionata, rispetto all'interesse della Stazione Appaltante. La disapplicazione non comporta il riconoscimento di compensi o indennizzi all'esecutore. Sull'istanza di disapplicazione della penale decide la Stazione Appaltante su proposta del RUP, sentito il Direttore dei Lavori e l'Organo di Collaudo ove costituito.

### **Articolo 20 - Cauzione e garanzia**

La cauzione provvisoria e la garanzia definitiva, a norma del precedente articolo 2, sono normate dal disciplinare di gara e dagli articoli 93 e 103 del Codice.

Il pagamento della rata di saldo è subordinato alla costituzione di una cauzione o di una garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa pari all'importo della medesima rata di saldo maggiorato del tasso di interesse legale applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di collaudo o della verifica di conformità nel caso di appalti di servizi o forniture e l'assunzione del carattere di definitività dei medesimi (articolo 103 comma 6 del Codice).

### **Articolo 21 - Coperture assicurative**

A norma dell'articolo 103, commi 7 e 8, del Codice, l'appaltatore è obbligato a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore e che copra i danni subiti dalla stessa Stazione Appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori, sino alla data di emissione del Certificato di Collaudo provvisorio o di Regolare Esecuzione.

Tale assicurazione contro i rischi d'esecuzione è stipulata per una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto.

Il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi non deve essere inferiore a euro 500.000.

Tale polizza deve specificamente prevedere l'indicazione che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione Appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, della Direzione Lavori e dei collaudatori in corso d'opera. Le polizze di cui al presente comma devono recare espressamente il vincolo a favore della Stazione Appaltante e devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al termine previsto per l'approvazione del Certificato di Collaudo o di Regolare Esecuzione.

La garanzia assicurativa prestata dall'appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici.

Per i lavori di importo superiore al doppio della soglia di cui all'articolo 35 del Codice, l'appaltatore per la liquidazione della rata di saldo è obbligato a stipulare, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato, una polizza indennitaria decennale a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi. La polizza deve contenere la previsione del pagamento in favore del committente non appena questi lo richieda, anche in pendenza dell'accertamento della responsabilità e senza che occorranò consensi ed autorizzazioni di qualunque specie. Il limite di indennizzo della polizza decennale non deve essere inferiore al venti per cento del valore dell'opera realizzata e non superiore al 40 per cento, nel rispetto del principio di proporzionalità avuto riguardo alla natura dell'opera. L'esecutore dei lavori è altresì obbligato a stipulare, per i lavori di cui al presente comma una polizza di assicurazione della responsabilità civile per danni cagionati a terzi, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e per la durata di dieci anni e con un indennizzo pari al 5 per cento del valore dell'opera realizzata con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro.

In tutte le polizze di cui sopra dovrà apparire l'impegno esplicito, da parte della Compagnia Assicuratrice, a non addivenire ad alcuna liquidazione di danni senza l'intervento ed il consenso della Stazione Appaltante.

Non si provvederà alla liquidazione della rata di saldo in mancanza della stipula delle polizze decennali postume, se ed in quanto dovute.

Qualora l'appaltatore sia una associazione temporanea di impresa, la garanzia assicurativa prestata dalla mandataria capogruppo coprirà senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

## **Articolo 22 - Pagamenti in acconto**

Non si effettueranno pagamenti in acconto; i lavori verranno completamente contabilizzati e liquidati alla conclusione dei lavori con le modalità previste dall'articolo 23; restano tuttavia valide per la liquidazione del saldo le norme sotto previste.

La Direzione Lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute con preavviso, da effettuarsi anche a mezzo fax o posta elettronica, di almeno 48 ore. L'esecutore deve firmare i libretti di misura subito dopo il Direttore Lavori. Qualora l'esecutore non si presenti ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un ulteriore termine perentorio (con preavviso di almeno 24 ore), scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri sostenuti in conseguenza della mancata presentazione. In tal caso, inoltre, l'esecutore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento. Sempre nel caso in cui l'esecutore non si presenti ad eseguire in contraddittorio le misurazioni delle opere compiute, per la Direzione Lavori potrà comunque procedere con due testimoni per l'accertamento delle lavorazioni compiute.

Qualora l'esecutore, sulla base dei riscontri effettuati sui libretti di misura, ritenga che si sia raggiunto l'importo di cui al comma 1 senza che il Direttore Lavori intenda procedere all'emissione del dovuto Stato d'Avanzamento, può esprimere una richiesta formale da inviare all'Ufficio della Direzione dei Lavori e a quella del Responsabile Unico del Procedimento. Quest'ultimo, qualora ravvisi l'effettiva maturazione dello Stato d'Avanzamento deve disporre al Direttore dei Lavori l'emissione dello stesso nel termine più breve possibile, e comunque non oltre 15 giorni.

A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento da liquidarsi in sede di conto finale. Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il Responsabile Unico del Procedimento provvede a darne comunicazione per iscritto, con avviso di ricevimento, agli enti previdenziali ed assicurativi, compresa la cassa Edile, ove richiesto, e a richiedere il D.U.R.C..

Gli oneri per la sicurezza, non assoggettabili a ribasso verranno contabilizzati e liquidati in proporzione a ciascuno Stato d'Avanzamento dei lavori.

L'aggiudicatario ha l'obbligo di fatturazione elettronica verso la Pubblica Amministrazione. Le fatture in forma cartacea non potranno essere accettate da parte della Pubblica Amministrazione, né è possibile procedere al relativo pagamento. La trasmissione delle fatture avviene attraverso il Sistema di Interscambio

(SdI). Il mancato rispetto di tale disposizione renderà irricevibili le fatture presentate in forma diversa da quella ammessa dalla legge.

### **Articolo 23 - Pagamento a saldo**

Dopo la conclusione dei lavori, accertata dal Direttore Lavori con la redazione del relativo certificato di ultimazione, dovrà essere emesso lo Stato di Avanzamento di qualsiasi ammontare esso sia.

La computazione ed emissione dell'Ultimo Stato d'avanzamento segue le modalità previste per gli altri pagamenti in acconto di cui al precedente articolo.

Il Direttore Lavori, entro tre mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori, provvederà alla compilazione del conto finale corredato da tutti i documenti contabili alla sua presentazione all'appaltatore.

Il conto finale dovrà essere accettato dall'Impresa entro 20 (venti) giorni, dalla messa a disposizione da parte del Responsabile del Procedimento, salvo la facoltà da parte della stessa di confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili per le quali non sia intervenuto l'accordo bonario, eventualmente aggiornandone l'importo. L'appaltatore, tuttavia, all'atto della firma non può iscrivere domande per oggetto o per importo diverse da quelle già eventualmente formulate nel registro di contabilità.

Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fidejussoria di cui al precedente art. 20, deve essere effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del Certificato di Collaudo provvisorio e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera ai sensi dell'art. 1666, comma 2 del Codice Civile.

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del Codice Civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il Certificato di Collaudo o il Certificato di Regolare Esecuzione assuma carattere definitivo.

### **Articolo 24 - Modifiche e varianti**

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di introdurre le modifiche e le varianti progettuali a norma, entro i limiti ed alle condizioni di cui all'articolo 106 del Codice, purché non mutino sostanzialmente la natura dei lavori oggetto d'appalto, senza che l'appaltatore possa pretendere compensi all'infuori del pagamento dei lavori eseguiti in più o in meno.

Nessuna variazione o addizione al progetto può essere introdotta dall'appaltatore se non è disposta dal Direttore dei Lavori e preventivamente approvata dalla Stazione Appaltante. In caso di inosservanza, all'appaltatore non saranno pagati i lavori non autorizzati. Inoltre, se richiesto dal Direttore Lavori o dal RUP, l'appaltatore dovrà provvedere alla rimessa in pristino a proprio carico dei lavori e delle opere nella situazione originaria secondo le disposizioni del Direttore Lavori.

### **Articolo 25 - Modifiche non sostanziali**

A norma dell'articolo 106 comma 1 lettera e) del Codice, il Direttore Lavori potrà ordinare modifiche per risolvere aspetti di dettaglio, contenute entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione, restauro nonché per lavori di bonifica e messa in sicurezza di siti contaminati e non superiore al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie omogenee individuate nel presente. Tali modifiche non devono comportare un aumento dell'importo contrattuale.

### **Articolo 26 - Valutazione economica**

Le modifiche e le varianti sono valutate ai prezzi di contratto.

Se modifiche e varianti comportano lavorazioni non previste o si debbono impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale si provvede alla formazione di nuovi prezzi.

Si procede alla determinazione dei nuovi prezzi, con apposito verbale di concordamento prima dell'esecuzione delle opere. I nuovi prezzi non potranno essere applicati in contabilità prima della loro approvazione.

Per i contratti a corpo, o per la parte a corpo dei contratti in parte a corpo ed in parte a misura, si provvederà a redigere varianti a-corpo per la cui quantificazione si farà riferimento ai prezzi unitari che, pur non avendo una rilevanza contrattuale, sono il riferimento base per tali varianti.

### **Articolo 27 - Quinto d'obbligo**

L'importo contrattuale dei lavori potrà sempre variare di un quinto, in aumento o diminuzione, ai sensi dell'articolo 106 comma 12 del Codice senza che l'appaltatore possa avanzare nessuna pretesa od indennizzo, fatto salvo il pagamento dei lavori eseguiti in più ai prezzi di contratto.

Se la modifica o variante implica un aumento superiore al quinto il RUP ne deve dare formale comunicazione all'appaltatore.

Quest'ultimo nel termine di dieci giorni deve dichiarare per iscritto se intende accettare la prosecuzione dei lavori e a quali condizioni.

Se l'appaltatore non risponde nel termine di dieci giorni si intende manifesta la volontà di accettare la variante agli stessi prezzi, patti e condizioni del contratto originario.

Se, invece l'esecutore comunica entro tale termine le proprie richieste aggiuntive la Stazione Appaltante, nei successivi quarantacinque giorni deve trasmettere all'esecutore le proprie determinazioni al riguardo.

Nel caso di disaccordo la Stazione Appaltante ha la possibilità di optare tra il recesso dal contratto e l'imposizione della variante e delle relative condizioni economiche attraverso specifico ordine di servizio del Direttore dei Lavori, ferma restando la facoltà dell'esecutore di iscrivere riserve sui registri contabili nei termini e nei modi previsti dalla legge.

### **Articolo 28 - Contabilizzazione dei lavori a corpo**

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni degli elaborati grafici e di ogni altro elaborato tecnico ed amministrativo allegato al progetto esecutivo, nonché secondo i criteri specificati dalle modalità di determinazione del corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo.

Il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità o alla qualità dei lavori previsti nel progetto.

La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali di esecuzione relative alle singole categorie indicate nella tabella delle "categorie omogenee". Resta fermo che la lista posta a base di gara non ha efficacia negoziale.

Per ciascuna tipologia di lavorazione omogenea, ad ogni stato di avanzamento il Direttore Lavori, mediante procedimenti contabili basati su rilevamenti fisici informali (libretto delle misure), dovrà stimare una percentuale di esecuzione. La somma dei prodotti tra le percentuali di esecuzione e le percentuali relative di ciascuna lavorazione omogenea determinerà la percentuale complessiva dello Stato di Avanzamento rispetto al totale della prestazione "a corpo".

In ogni Stato d'Avanzamento la quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni categoria di lavorazione omogenea viene riportata distintamente nel registro di contabilità.

### **Articolo 29 - Contabilizzazione dei lavori a misura**

La valutazione dei lavori a misura è effettuata secondo criteri del presente, così come specificati ulteriormente nella descrizione delle singole voci unitarie di cui all'elenco prezzi.

Nel caso di contrasto tra i criteri contabili capitolari ed i più specifici criteri di quantificazione dettagliati nell'elenco prezzi, prevarranno questi ultimi.

Qualora i criteri specificati non siano sufficienti od aderenti alla fattispecie di lavorazione da contabilizzare, per procedere alla misurazione saranno utilizzate, per la quantificazione dei lavori, le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'esecutore possa far valere criteri di misurazione non coerenti con i dati fisici o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

Non sono riconosciuti nella valutazione aumenti dimensionali di alcun genere e neppure opere aggiuntive, migliorative od integrative non rispondenti ai disegni di progetto se non preventivamente autorizzati dalla

Stazione Appaltante. Nel caso opposto l'esecutore non ha diritto ad alcun riconoscimento economico o risarcimento.

### **Articolo 30 - Contabilizzazione dei lavori in economia**

La contabilizzazione dei lavori in economia è effettuata con delle liste per ciascuna prestazione ordinata dalla Direzione Lavori di manodopera, noli e trasporti e secondo le somministrazioni correttamente eseguite dall'esecutore stesso.

I prezzi unitari sono qui di seguito specificati:

Per la manodopera, fornitura di materiali a piè d'opera, noli e trasporti saranno applicate le relative tariffe locali vigenti le tariffe previste nel prezzario opere edili di Pavia.

Ai prezzi come sopra determinati si applicherà: ai costi della fornitura di materiali a piè d'opera la percentuale di ribasso d'asta offerta dall'esecutore in sede di gara sull'intero importo del prezzo unitario; ai costi della manodopera, noli e trasporti la percentuale di ribasso d'asta offerta dall'esecutore in sede di gara sarà applicata limitatamente alla quota relativa all'utile d'impresa ed alle spese generali (così come quantificati dal tariffario di riferimento).

### **Articolo 31 - Criteri generali di contabilizzazione**

La tenuta dei libretti di misura è affidata al Direttore Lavori.

Il Direttore Lavori deve:

verificare i lavori e certificarli sui libretti di misura con la propria firma;

assicurare che i libretti o i brogliacci siano aggiornati e immediatamente firmati dall'esecutore o dal tecnico incaricato dall'esecutore che ha assistito al rilevamento delle misure.

Il Direttore Lavori non potrà mai procedere alla contabilizzazione di opere non autorizzate dalla Stazione Appaltante o non a eseguite regola d'arte.

Dagli importi dovuti all'esecutore dovranno essere sottratte le spese eventualmente sostenute per demolizioni d'ufficio o ripristini effettuati dalla Stazione Appaltante per correggere o risolvere errori o difformità esecutive poste in essere dall'esecutore.

### **Articolo 32 - Subappalto**

A norma dell'articolo 105 del Codice, l'appaltatore esegue in proprio il contratto che non può essere ceduto a terzi a pena di nullità.

Il subappalto è il contratto con il quale l'appaltatore affida a terzi l'esecuzione di parte delle prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto di appalto.

Costituisce subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività del contratto di appalto ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera.

L'eventuale subappalto non può superare la quota del 30% dell'importo complessivo del contratto di lavori.

Se le lavorazioni comprendono, oltre a quelle prevalenti, opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali, il cui singolo importo superi il 10% dell'importo totale dei lavori, l'eventuale subappalto di tali opere non può superare il 30% delle stesse.

### **Articolo 33 - Autorizzazione al subappalto**

L'appaltatore può affidare in subappalto le opere, i lavori, i servizi o le forniture compresi nel contratto, previa autorizzazione della stazione appaltante purché :

a) tale facoltà sia prevista espressamente nel bando di gara anche limitatamente a singole prestazioni e, per i lavori, sia indicata la categoria o le categorie per le quali è ammesso il subappalto. Tutte le prestazioni nonché le lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengano, sono subappaltabili;

- b) all'atto dell'offerta abbiano indicato i lavori o le parti di opere ovvero i servizi e le forniture o parti di servizi e forniture che intendono subappaltare o concedere in cottimo;
- c) il concorrente dimostri l'assenza in capo ai subappaltatori dei motivi di esclusione di cui all'articolo 80 del Codice.

L'affidatario che si avvale del subappalto o del cottimo deve allegare alla copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento a norma dell'articolo 2359 del codice civile con il titolare del subappalto o del cottimo.

La stazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione entro trenta giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa.

Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a 100.000 euro, i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono ridotti della metà.

### **Articolo 34 - Sub-contratti**

Non costituiscono subappalto le forniture senza prestazione di manodopera, le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo inferiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a 100.000 euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale non sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare.

L'appaltatore comunica alla stazione appaltante, prima dell'inizio della prestazione, per tutti i sub-contratti che non sono subappalti, stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

Sono, altresì, comunicate alla stazione appaltante eventuali modifiche a tali informazioni avvenute nel corso del sub-contratto.

### **Articolo 35 - Pagamento dei subappaltatori**

La stazione appaltante corrisponde direttamente al subappaltatore, al cottimista, al prestatore di servizi ed al fornitore di beni o lavori, l'importo dovuto per le prestazioni dagli stessi eseguite nei seguenti casi:

- a) quando il subappaltatore o il cottimista è una microimpresa o piccola impresa;
- b) in caso inadempimento da parte dell'appaltatore;
- c) su richiesta del subappaltatore e se la natura del contratto lo consente.

### **Articolo 36-Sicurezza e igiene**

L'appaltatore, i subappaltatori, i cottimisti ed i sub-contraenti sono tutti obbligati ad osservare le misure generali di tutela della sicurezza di cui al decreto legislativo 9 aprile 2008 numero 81.

L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.

### **Articolo 37 - Obblighi specifici dell'appaltatore**

L'appaltatore, nell'esecuzione del contratto, dovrà:

1. eseguire l'appalto conformemente al progetto e agli ordini impartiti dal Direttore dei Lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti eseguiti a perfetta regola d'arte, esattamente conformi al progetto e, quindi, collaudabili;
2. richiedere al Direttore dei Lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero, o non risultassero chiare, da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere.
3. curare il coordinamento tra le sue necessità di approvvigionamento di materiali, manodopera o noli intendendosi sollevata la Stazione Appaltante da ritardi nella fornitura di qualsiasi risorsa che compete all'organizzazione imprenditoriale dell'appaltatore;

4. esporre in sito almeno due cartelli di cantiere, di dimensioni di almeno cm 100 cm. di base e 200 cm. di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. del 1° giugno 1990, n. 1729/UL, e comunque sulla base di quanto disposto dal RUP, curandone i necessari aggiornamenti periodici;
5. eseguire, in tempo utile onde non ritardare il regolare avanzamento dei lavori, gli scavi ed i sondaggi, nel numero e nelle prescrizioni indicate dalla Direzione Lavori, necessari all'esatta individuazione degli eventuali impianti interrati esistenti (fognatura, acquedotto, rete gas, rete energia elettrica, rete telefonica, rete illuminazione pubblica, ecc.) nei termini più dettagliati di quanto non si sia potuto accertare in sede progettuale, ed all'individuazione preventiva della consistenza degli apparati radicali esistenti al fine della loro salvaguardia e protezione;
6. prendere contatto, prima dell'inizio dei lavori e comunque in tempo utile onde non ritardare il regolare avanzamento degli stessi, con gli enti gestori degli impianti gas, acquedotto, fognature, reti elettriche, ecc. che si trovino comunque interessati dai lavori in oggetto per spostare e proteggere, allacciare temporaneamente o definitivamente, gli impianti stessi, nonché fornire l'assistenza necessaria;
7. osservare scrupolosamente le prescrizioni tecniche esecutive impartite dagli enti gestori sulle modalità di realizzazione degli impianti da costruire da parte dell'esecutore;
8. recintare e presidiare il cantiere con idonee segnalazioni in modo da garantire il mantenimento del traffico veicolare e pedonale in condizioni di sicurezza secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori;
9. iprovedere, prima dell'inizio dei lavori, alla predisposizione, in concerto con la Stazione Appaltante, di appositi cartellini di identificazione per tutto il personale impiegato; l'esecutore dovrà altresì tempestivamente comunicare per iscritto ogni variazione del suo personale e del personale in subappalto; dovrà inoltre provvedere affinché tutto il personale sia provvisto di documenti di riconoscimento; al personale sprovvisto di documenti e/o di cartellino non sarà consentito l'ingresso e se già in cantiere verrà allontanato; la ditta appaltatrice dovrà consentire l'accesso al cantiere solo alle persone autorizzate; a tal fine dovrà predisporre un sistema di controllo degli accessi da concordare con la Direzione Lavori;
10. conservare le vie, strade, accessi ed i passaggi, carrabili e pedonali, che venissero intersecati con la costruzione dell'opera provvedendo, a sua cura e spese, anche, se necessario, con opere provvisoriale;
11. realizzare le opere provvisoriale necessarie per garantire la continuità di passaggio, di scolo, per il mantenimento delle opere e delle condutture del sottosuolo ed in genere per il rispetto di tutto ciò che interessa proprietà e diritti di terze persone, nonché il ripristino a perfetta regola d'arte di quanto alterato o rimosso, non appena compatibile con la buona esecuzione dei lavori;
12. eseguire i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaamento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;
13. assumere in proprio, tenendone indenne la Stazione Appaltante, ogni responsabilità risarcitoria e ogni obbligazione ad essa relativa comunque connesse direttamente od indirettamente all'esecuzione delle prestazioni contrattuali compreso il risarcimento dei danni di ogni genere ed il pagamento di indennità a quei proprietari i cui immobili, fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori. A tal fine, se richiesto dalla Direzione Lavori in rapporto alla natura delle lavorazioni previste (palancole, uso di aghi di prosciugamento ecc.), l'esecutore è tenuto a proprie spese, a far redigere una perizia giurata da parte di un tecnico abilitato, finalizzata ad accertare lo stato degli immobili vicini al cantiere prima dell'inizio delle lavorazioni potenzialmente lesive;
14. eseguire, presso Istituti autorizzati e riconosciuti ufficialmente, tutte le prove che si renderanno necessarie e che verranno ordinate dalla Direzione Lavori sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa Direzione Lavori su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché le prove di tenuta per le tubazioni. Salvo diverse

disposizioni del Direttore dei Lavori l'esecutore dovrà effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, datato, controfirmato dal personale addetto al controllo per conto della Stazione Appaltante e conservato;

15. demolire e ricostruire senza alcun onere a carico della Stazione Appaltante le lavorazioni eseguite in difformità rispetto alle previsioni progettuali o previste dal capitolato senza diritto di proroghe dei termini contrattuali. Qualora l'esecutore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, la Stazione Appaltante avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi, addebitandone i costi all'appaltatore nel primo SAL o con altro strumento contabile e/o giuridico ritenuto idoneo;
16. adottare ogni precauzione possibile, disposta dalla Direzione Lavori, finalizzata alla salvaguardia e mantenimento delle piante esistenti (rami, tronchi, apparati radicali, approvvigionamento idrico) che, in base al progetto o alle indicazioni della Stazione Appaltante non devono essere abbattute o rimosse;
17. mantenere, fino all'emissione del Certificato di Collaudo o del Certificato di Regolare Esecuzione la continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
18. ricevere, scaricare e trasportare nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della Direzione Lavori, comunque all'interno del cantiere, i materiali e i manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto della Stazione Appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'esecutore le assistenze alla posa in opera. I danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere sostenuti a carico dello stesso appaltatore;
19. smaltire, a propria cura ed onere, in siti autorizzati tutti i materiali di risulta delle lavorazioni, compresi quelli già presenti in cantiere all'inizio dei lavori, di scarico inerti, pericolosi o speciali di qualsiasi natura non aventi alcuna utilità per il prosieguo delle lavorazioni;
20. consentire il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, al personale della Stazione Appaltante o da questa autorizzato ed a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto della Stazione Appaltante od enti gestori delle reti nonché, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che la Stazione Appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre ditte, dalle quali, come dalla Stazione Appaltante, l'esecutore non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
21. pulire il cantiere e le vie di transito interne e sgomberare i materiali di rifiuto anche se lasciati da altre ditte;
22. garantire la pulizia delle ruote dei mezzi per il trasporto dei materiali di risulta anche con apposita attrezzatura installata in prossimità dell'accesso al cantiere. In ogni caso dovrà essere assicurata la perfetta e tempestiva pulizia delle strade pubbliche che dovessero sporcarsi a causa del fango, terreno e gomme di automezzi che fuoriescono dal cantiere;
23. sostenere le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della Stazione Appaltante, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
24. provvedere all'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal capitolato speciale o sia richiesto espressamente dalla Direzione dei Lavori, per verificarne l'effetto estetico in loco od ottenere il relativo nulla osta alla realizzazione delle opere simili. Le richieste della Direzione Lavori, tuttavia, dovranno essere motivate e non eccedere quanto concretamente utile e/o necessario;
25. garantire l'esecuzione di tutte le opere provvisorie, dei cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, l'illuminazione notturna del cantiere e le spese di guardiania che si rendano necessarie per garantire l'incolumità pubblica, con particolare riguardo ai tratti stradali interessati dai lavori ove abbia a svolgersi il traffico;
26. procedere alla costruzione e alla manutenzione entro il recinto del cantiere dei locali ad uso ufficio del personale del Direttore Lavori e sua assistenza, arredati, riscaldati, illuminati e provvisti di

- armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da scrivere, idoneo computer con stampante, collegamento internet e materiale di cancelleria;
27. attuare la messa a disposizione del personale qualificato e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove, controlli e collaudazione dei lavori tenendo a disposizione del Direttore dei Lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi senza la preventiva autorizzazione della Stazione Appaltante;
  28. assicurare la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un congruo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal capitolato speciale o precisato da parte della Direzione Lavori con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;
  29. assicurare la guardiania e la sorveglianza notturna e diurna, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose di proprietà della Stazione Appaltante che saranno consegnate all'esecutore e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della Stazione Appaltante. Per la custodia dei cantieri, l'esecutore dovrà servirsi di persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata;
  30. garantire l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della Direzione Lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma;
  31. adottare, nel compimento di tutti i lavori, i procedimenti e le cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'esecutore, restandone sollevati la Stazione Appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori;
  32. fornire, con cadenza settimanale, un congruo numero di fotografie (minimo dieci) riassuntive delle lavorazioni eseguite con particolare attenzione alle lavorazioni successivamente non visibili. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, dovrà reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese. Su disposizione della Direzione Lavori la documentazione fotografica dovrà essere integrata con riprese filmate;
  33. eseguire il rilievo particolareggiato e dettagliato nelle scale opportune indicate dalla Direzione Lavori dello stato di fatto dei lavori eseguiti, con l'indicazione dei particolari costruttivi, dei nodi, delle distanze significative, quote, profondità, ecc. Tali elaborati, in tre copie e file compatibile \*.DWG, dovranno essere consegnati alla Stazione Appaltante entro due mesi dall'ultimazione dei lavori;
  34. eseguire i tracciamenti e i riconfinamenti, nonché la conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla Direzione Lavori su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'esecutore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della Direzione Lavori, l'esecutore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa Direzione Lavori;
  35. provvedere alla manutenzione di tutte le opere, sino al collaudo provvisorio. Tale manutenzione comprende tutti i lavori di riparazione dei danni che si verificassero alle opere eseguite, rimanendo esclusi solamente i danni di forza maggiore, sempre che siano in accordo con le norme del presente capitolato e che l'appaltatore ne faccia regolare e tempestiva denuncia scritta.

## TITOLO II - DISPOSIZIONI TECNICHE

### Articolo 38-Principio generale di qualità

Tutti i materiali dovranno essere di ottima qualità, conformi al presente ed alle norme del DPR 246/1993 recante il *Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione*, nonché conformi ad ogni altra norma di legge regolamento vigente ed applicabile, seppur qui non espressamente richiamata.

Per quanto non previsto dal presente si farà riferimento nell'ordine: alle Norme UNI, alle Norme CEI e a quelle del CNR.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione lavori, l'appaltatore rimane totalmente responsabile della buona riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dai materiali stessi.

### Articolo 39 - Materiali

L'appaltatore reperirà i materiali per la costruzione delle opere da località ritenute di sua convenienza purchè riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

Se la Direzione Lavori rifiuta una provvista, perché non idonea all'impiego, l'appaltatore dovrà sostituirla con altra di comprovata idoneità.

In fase di esecuzione l'utilizzo da parte dell'appaltatore di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purchè lo stesso rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. In tal caso la relativa presenza deve essere espressamente dichiarata alla Direzione Lavori.

Seguono, precisazioni dedicate a singoli materiali:

*acqua:* l'acqua dovrà essere limpida, dolce, priva di sali aggressivi, esente da materie terrose, da materie organiche o dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.

*Asfalti, bitumi, catrami:*

*Asfalti:* Gli asfalti sono derivati da rocce di natura calcarea impregnate di bitume.

La roccia viene macinata, portata a fusione in caldaie e colata in stampi, dai quali si estraggono pani cilindrici. Per la esecuzione delle impermeabilizzazioni questi pani vengono fusi in cantiere entro capaci caldaie, con aggiunta di altro bitume puro e di sabbia.

Si ottiene una malta di asfalto, che si pone in opera calda, disponendola a strati di spessore variabile da 8 a 15 mm sulla superficie da impermeabilizzare. È adatta a formare strati impermeabilizzanti allo stacco dei muri di fondazione e perciò viene chiamato "tagliamuro".

*Bitumi:* I bitumi si distinguono in naturali ed artificiali. I bitumi naturali si trovano in giacimenti sotto forma di affioramenti, sacche, laghi. In genere il contenuto del bitume è dell'ordine del 50%.

Il bitume artificiale, che è quello più usato, proviene dalla distillazione del petrolio grezzo. Per stabilire le qualità necessarie al suo impiego nelle costruzioni stradali e nelle impermeabilizzazioni, viene sottoposto a varie prove quali, la prova di penetrazione, punto di rammollimento, duttilità, punto di rottura, adesività, ecc.

*Tipi di bitumi:*

si hanno i *bitumi liquidi*, derivati dal petrolio grezzo, con aggiunta di sostanze (oli leggeri, cherosene), e possono distinguersi in bitumi liquidi a lento, medio e rapido essiccamento. Questi bitumi sono sufficientemente fluidi da essere applicati senza riscaldamento (o con un moderato riscaldamento).

Le *emulsioni bituminose* sono costituite da una sospensione di bitume in acqua con aggiunta di sostanze emulsionanti che funzionano da colloidali protettori e si ottengono miscelando con forte azione meccanica dal 50 al 60% di bitume fuso con acqua alla temperatura di 90-95 °C. Gli agenti emulsionanti sono saponi e resine varie. Una volta ben preparate, le emulsioni restano fluide anche a freddo; applicate sulla superficie da trattare a spruzzo o mediante pennello, il bitume crea una pellicola sottile, che aderisce fortemente alla superficie, mentre l'acqua evapora.

*Catrami:* All'aspetto molto simile al bitume, il catrame si ottiene per distillazione del carbon fossile. Essi vengono classificati in base alla viscosità. Il catrame ha qualità minori rispetto al bitume; è chimicamente più

instabile e risente in modo maggiore delle variazioni termiche. Per le impermeabilizzazioni di terrazzi, il catrame è meno durevole del bitume, perché soggetto a notevoli sbalzi termici.

*Vetri e cristalli:* i vetri e cristalli saranno, per le dimensioni richieste in progetto o dalla Direzione Lavori, di un pezzo unico, di spessore uniforme, di ottima qualità, perfettamente incolori, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni e di qualsiasi altro difetto.

*Materiali ceramici:* adoperati per apparecchi igienico-sanitari prevalentemente, presenteranno struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con smalto privo di difetti quali bolle, soffiature, ecc.

*Tubazioni:*

*Tubi di acciaio:* i tubi di acciaio per esecuzioni di impianti di gas saranno per qualità e caratteristiche corrispondenti a quanto descritto dal D.M. 24 novembre 1984 e del successivo aggiornamento approvato con D.M. 16 novembre 1999. Dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

*Tubi in ghisa:* i tubi in ghisa per il convogliamento in pressione di acqua potabile saranno soggetti alle prescrizioni e metodi conformi alle Norme UNI EN 545:2003.

*Tubi di cemento:* i tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisce. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

*Tubi di policloruro di vinile (PVC):* i tubi PVC per fognature dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; rispondere per caratteristiche, tipi e metodi, alle Norme UNI EN 1401-1:1998 ed UNI 7448-75.

*Tubi di polietilene (PE):* i tubi in polietilene (PE) per il convogliamento in pressione di acqua potabile e per applicazioni industriali saranno conformi alle prescrizioni del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 e alle Norme UNI EN 12201, UNI EN 15494, ISO TR10358, UNI EN 1622.

I tubi in polietilene (PE) per pubblica illuminazione sono corrugati a doppia parete, con la parte interna liscia e conformi alla Norma CEI EN 50086-2-4/A1.

## **Articolo 40 - Attività preliminari**

Nelle demolizioni l'appaltatore dovrà adottare ogni accorgimento in modo da non rovinare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione Lavori, essere riutilizzati.

In tal caso sarà indicato all'impresa dove spostarli e conservarli.

Saranno a tale scopo protetti durante il corso dei lavori per evitare rotture e deterioramenti mentre dovranno essere scalcinati, lavati, puliti e, se del caso, lucidati per quando dovranno essere posti in opera.

Per i materiali non riutilizzabili invece l'appaltatore dovrà farsi carico degli oneri per attenersi alle norme vigenti in materia di trasporto a rifiuto di materiali provenienti da cantieri edili.

Ad opere ultimate l'appaltatore dovrà procedere alla rimozione di tutti gli impianti di cantiere e delle recinzioni e a liberare le aree occupate rimettendo lo stato in pristino.

## **Articolo 41- Tracciamenti**

L'appaltatore è tenuto ad eseguire la picchettazione completa del lavoro.

Provvederà anche a posizionare tutte le modine necessarie, nei tratti significativi o nei punti indicati dalla Direzione Lavori, utili a determinare con precisione le sagome di scavo.

Avrà cura della conservazione dei picchetti rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione.

Eseguiti i tracciamenti gli stessi saranno sottoposti al controllo della Direzione Lavori.

L'appaltatore resta comunque responsabile dell'esattezza dei risultati, come saranno a carico dello stesso le spese di eventuali rilievi, tracciamenti, misurazioni, materiali, personale e mezzi d'opera occorrenti per tutte le operazioni.

## **Articolo 42 - Pali Trivellati di medio e grande diametro**

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato mediante perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superficie o della falda per incontrollate scariche dei detriti; il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, secondo quanto previsto dalla legislazione vigente.

### **42.1 Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'Impresa, si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

### **42.2 Attrezzature**

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature devono in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1+2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo devono consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide deve essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

### **42.3 Perforazione**

Il sistema di perforazione sarà stabilito in sede di cantiere.

#### **42.3.1 A secco senza rivestimento**

E' ammessa esclusivamente nei terreni coesivi di media od elevata consistenza (coesione non drenata  $> 0,03$  MPa) esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro.

Si possono utilizzare attrezzi ad elica in due versioni:

- elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio, fino alla profondità della base del palo. I detriti vengono in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e sono estratti insieme ad essa alla fine della perforazione;
- elica a poche spire, a profilo conico, infissa nel terreno tramite un'asta rigida che le imprime poche rotazioni e quindi la riporta in superficie per scaricare i detriti accumulatisi sulle spire.

#### **42.3.2 Perforazione in presenza di fango bentonitico o polimeri biodegradabili**

La perforazione sarà eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" in fase di sollevamento dell'utensile.

Gli utensili di perforazione devono avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango o polimero all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango o polimero nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile del foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dell'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima tra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici (se utilizzati), secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

### **42.3.3 Attraversamento di trivanti e/o formazioni rocciose**

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

### **42.4 Formazione delle armature metalliche**

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche ed essere conformi al progetto.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 6 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diam. 12÷15 cm. - larghezza > 6 cm.) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui. I centratori saranno posti a gruppi di 3÷4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3÷4m.

Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di 15 cm. inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a 12 cm. per barre verticali di diametro inferiore a 18 mm.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm. con inerti inferiori ai 2,0 cm, a 10 cm. con inerti di classe superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine. Messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera a sua cura e spese, nel 2% del numero totale di pali trivellati di diametro 700 mm. con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

## **42.5 Formazione del fusto su palo**

### **42.5.1 Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio**

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Si impiegheranno almeno tre classi di inerti; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una granulometria che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 Mpa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm.; per le modalità da seguire nello "Slump Test" per la determinazione dell'abbassamento fare riferimento a quanto prescritto successivamente.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un opportuno additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed alla approvazione preventiva della Direzione Lavori. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 15 mc/h per pali di diametro < 800 mm e di 20 mc/h per pali di diametro 800 mm.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultati dal più oneroso dei limiti sopra indicati.

Per i pali trivellati in presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea controcamicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

### **42.5.2 Posa in opera del conglomerato cementizio**

Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento.

Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 2,50 m. di un tubo in acciaio avente diametro interno 20÷25 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4÷0,6 m<sup>3</sup> e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro.

Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico o polimeri biodegradabili, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30÷60 cm. dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm. di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m. di palo.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m. e massima di 6 m.

Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

### **42.5.3 Controlli**

L'impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà provvedere alla esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 mc di inerte impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto nelle presenti Norme Tecniche e inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o 10 mc di conglomerato cementizio impiegato;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

In base a questo rilievo potrà essere riconosciuto l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

### **42.6 Documentazione dei lavori**

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- "slump" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- "profilo di getto" ove richiesto;

risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli inerti di cui al punto precedente.

### **42.7 Prove di controllo sui pali**

#### **42.7.1 Controlli non distruttivi**

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, senza comprometterne l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

## **42.7.2 Prove geofisiche**

Prove geofisiche dovranno essere eseguite mediante emissione di impulsi lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Le prove saranno applicate ai pali trivellati di grande diametro 800 mm costituenti le paratie di monte e di valle.

### **42.7.2.1 Cross-hole**

Il cross-hole è un'indagine non distruttiva che ha lo scopo di rilevare l'omogeneità del materiale e l'integrità dei pali. Al momento del getto di calcestruzzo una serie di tubi, generalmente tre, sono predisposti nel palo per consentire, in fase di rilevazione di calare al loro interno speciali sonde ultrasoniche che trasmettono e ricevono impulsi a frequenza prestabilita.

La sonda trasmittente emette impulsi che attraversano il materiale costituente l'opera e sono captati dalla sonda ricevente. Mentre l'argano recupera le sonde, un sistema registra e memorizza i dati rilevati dall'apparecchiatura.

Dai diagrammi che riportano i tempi di percorrenza del segnale, fra un punto e l'altro, conoscendo la distanza dei tubi, si ricava la velocità di percorrenza dell'impulso, valore direttamente correlato alle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo. L'eventuale interruzione del getto o inclusione di altri materiali, è immediatamente individuata da una riduzione repentina o interruzione del segnale.

Nel caso di anomalie, le misure con le sonde sono ripetute a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

### **42.7.2.2 Prescrizioni tecniche**

Sulle palificate di monte e di valle deve essere eseguito il controllo di continuità e di qualità del fusto dei pali con prove soniche, cross-hole, condotte ed interpretate da uno specialista di fiducia del Committente. Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto deve essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possano scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

I pali individuati negli elaborati di progetto Se310 e Se312\_a devono essere dotati di 4 tubi del diametro di 20 mm e lunghezza 20 m.

Prima di procedere alla posa dei tubi per le prove, è necessario verificare che il diametro dei tubi previsti per le prove soniche sia adatto alle attrezzature dello specialista incaricato di effettuare le prove stesse. La posizione dei tubi dovrà essere preventivamente sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori.

Le prove, condotte nel numero disposto dalla D.L., dovranno essere eseguite alternando entro i fori la posizione delle sonde trasmittente e ricevente.

Le prove soniche di cross-hole, a cura e spese dell'Impresa, dovranno essere eseguite sotto il controllo della Direzione Lavori.

## **42.7.3 Carotaggio continuo meccanico**

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

#### **42.7.4 Scavi attorno al fusto del palo**

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0÷5,0 m. di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **Articolo 43 - Scavi**

Per scavi di sbancamento si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale ed aperto lateralmente almeno da una parte.

Per scavi di fondazione si intendono quelli praticati al di sotto del piano di sbancamento, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni dell'opera.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale.

Gli scavi di fondazione saranno di norma eseguiti a pareti verticali che l'impresa dovrà, occorrendo, sostenere con convenienti sbadacchiature, restando a suo carico, oltre alle spese per armature, ogni responsabilità civile e penale per danni alle persone, alle cose ed all'opera, derivanti da smottamenti e franamenti delle sponde dello scavo.

Gli scavi di fondazione potranno però essere eseguiti anche con pareti a scarpate, ove la ditta lo ritenga di sua convenienza. In tal caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello occorrente per la fondazione dell'opera e la ditta dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alle fondazioni dell'opera stessa.

Sono considerati scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di mt. 0,10 sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque nello scavo di fondazione. L'aggottamento degli scavi subacquei sarà eseguito in economia con mezzi forniti dall'impresa. L'impresa sarà tenuta ad evitare il recapito di acque provenienti dall'esterno negli scavi di fondazione: ove ciò si verificasse, resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggottamenti.

Per qualsiasi altro tipo di scavo, di destinazione diversa da quelli per fondazione e che la direzione lavori ritenga opportuno effettuare valgono le stesse norme per quelli sopradescritti.

### **Interventi di manutenzione dei sentieri, opere di sostegno, di smaltimento delle acque meteoriche superficiali e d'infiltrazione e altre opere specifiche**

L'intervento prevede la manutenzione del sedime del sentiero mediante pulizia generale dello stesso, asportazione di erba, ciottoli, rifiuti o altro, livellamento del piano viabile e relativo trasporto a discarica dei materiali di risulta dalle varie operazioni previste.

Tutti gli interventi dovranno essere eseguiti secondo le precise indicazioni della D.L. e fino a soddisfacimento delle richieste della stessa.

### **Articolo 44 - Scavi di sbancamento e di fondazione**

Nel caso delle opere edili si intendono per *scavi di sbancamento*:

1. quelli necessari per lo spianamento o la sistemazione dei terreni su cui dovranno sorgere le costruzioni;

2. quelli per la formazione di platee di fondazione, scantinati e rampe;
3. nonché, anche quelli per la sistemazione di giardini e cortili vari.

In questo tipo di scavi si può dunque operare anche sotto il piano di campagna.

Gli *scavi di fondazione* sono anche detti a sezione ristretta o a sezione obbligata e nelle opere edili risultano necessari per erigere muri di fondazione, plinti, travi rovesce, oltre che per eseguire fognature bianche e nere, condutture elettriche, tubazioni di gas e di acquedotto, ecc.

Tali scavi vengono normalmente eseguiti con pareti verticali e piani di posa orizzontali.

Una volta ultimati i piani di fondazione l'appaltatore è chiamato ad invitare la Direzione Lavori a verificare e ad accettare gli stessi. Solo dopo che ciò sia avvenuto si procederà con le murature in elevazione o con l'esecuzione di rinterro di scavi vari per sottoservizi.

Il materiale di risulta dagli scavi, non riutilizzato, sarà portato a rifiuto in discariche autorizzate ai sensi delle leggi vigenti, a qualunque distanza esse siano, a cura e spese dell'appaltatore.

Le materie estratte, se reimpiegabili a giudizio esclusivo della Direzione Lavori, dovranno essere depositate a distanze tali dal ciglio degli scavi da non produrre eccessivo carico.

Va infine detto che gli scavi di fondazione vanno eseguiti qualunque sia la qualità e natura del terreno e spinti alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori, senza che ciò dia motivo all'appaltatore di chiedere ulteriori speciali compensi.

## **Articolo 45 - Scavi subacquei e rinterri**

Sono considerati scavi all'asciutto tutti quelli eseguiti anche in presenza di acque sorgive purché, dopo il completo prosciugamento giornaliero iniziale delle acque raccoltesi durante la notte, eseguito a cura e spese dell'appaltatore, lo scavo possa essere mantenuto asciutto o con l'apertura di brevi canali di fuga o con funzionamento intermittente di pompe di prosciugamento.

Quando però la presenza di acqua negli scavi si elevi rispetto al fondo di un limite che superi quello massimo di cm. 20, malgrado l'osservanza delle prescrizioni per tenere gli scavi all'asciutto, gli scavi si considerano subacquei e la eliminazione di tale acqua (con ad esempio impianti well-point) va computata a parte.

Si sottolinea che nel caso la Direzione Lavori ordinasse di tenere gli scavi all'asciutto completo sia durante la fase di scavo che durante l'esecuzione delle strutture di fondazione, gli aggettamenti relativi vanno computati opportunamente a parte e l'appaltatore, se richiesto dalla Direzione Lavori, avrà l'obbligo di fornire i mezzi e la manodopera necessari.

L'Appaltatore sarà inoltre ritenuto responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggettamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.

Tutti gli scavi dovranno essere richiusi adoperando i materiali che risultano dalle apposite sezioni di progetto e per indicazioni impartite dalla Direzione Lavori.

Tutte le materie di scavo del cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, potranno essere adoperate per rinterri di scavi o per riempimento di vuoti a ridosso delle murature in fondazione.

Nel momento che venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui prima, l'appaltatore potrà provvedervi prelevandoli da dove egli creda, ma le metterà in opera solo quando saranno riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori.

Come materiali da adoperarsi per addossare a murature si reputeranno in genere adatti quelli granulari risultando vietato invece l'uso di materie con componenti argillose che assorbendo acqua potrebbero ingenerare delle spinte alle murature medesime.

Per alcuni tipi di tubazioni interrato quali per esempio quelle di corrugati porta cavi elettrici, si procederà alla richiusura degli scavi quando il cassonetto di calcestruzzo di protezione avrà raggiunto le necessarie caratteristiche di resistenza.

Per qualsiasi altro tipo di scavo, di destinazione diversa da quelli per fondazione e che la direzione lavori ritenga opportuno effettuare valgono le stesse norme per quelli sopradescritti.

## **Articolo 46 - Opere di calcestruzzo armato gettato in opera**

Il presente capitolo definisce le caratteristiche tecniche, le modalità di esecuzione, di accettazione e collaudo, delle opere in calcestruzzo armato.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. La lavorazione comprende inoltre i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisorie, le casseforme, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

### **46.1 Definizione dei lavori**

L'Appalto comprende l'esecuzione delle strutture in calcestruzzo armato. Il livello di fondazione rappresenta il cordolo di collegamento dei pali di fondazione, come identificato negli elaborati grafici e relazione di calcolo strutturale in allegato al presente progetto.

In caso di incongruenza tra elaborati diversi, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni della DL e, in ogni caso, prevarrà la soluzione più restrittiva e vantaggiosa per la Stazione Appaltante. L'Appaltatore dovrà rispettare rigorosamente le dimensioni di copriferro previste dal progetto.

### **46.2 Requisiti di accettazione e controlli**

#### **46.2.1 Requisiti di conformità aggregati per calcestruzzi**

Gli aggregati utilizzabili ai fini della produzione del calcestruzzo debbono possedere la marcatura CE, secondo D.P.R. 246/93. Il sistema di attestazione deve essere conforme a quanto prescritto nella Tab. 11.2.II del D.M. 14.01.2008. Gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo devono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-1 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive.

In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS<sub>0,2</sub>);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

#### **46.2.2 Aggregati di ricircolo**

E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III del D.M. 14.01.2008, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

#### **46.2.3 Aggregati leggeri**

Gli aggregati leggeri devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13055. Il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella Tabella 11.2.II.

#### **46.2.4 Requisiti di conformità acciaio e armature**

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.1 del D.M. 14.01.2008 e controllati con le modalità riportate ai punti seguenti del D.M. stesso che

specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma UNI EN 10020:01.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

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

Le norme tecniche sulle costruzioni, D.M. 14.01.2008, prescrivono l'esecuzione delle seguenti procedure di controllo degli acciai da cemento armato ordinario in barre, rotoli e reti elettrosaldate:

- controlli in stabilimento di produzione, per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli;
- controlli su singole colate o lotti di produzione su richiesta di produttori qualificati;
- controlli nei centri di trasformazione, o nei luoghi di lavorazione delle barre da eseguirsi sulle forniture;
- controlli 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.

Prima della fornitura in cantiere le armature metalliche possono essere saldate, presagomate (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblate (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori.

#### **46.2.5 Requisiti di conformità del conglomerato cementizio**

Il conglomerato deve essere prodotto in controllo di qualità, con lo scopo di monitorare che il conglomerato prodotto rispetti la resistenza caratteristica definita in sede di progetto.

L'Appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi. L'Appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 14.01.2008.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di accettazione;
- Prove complementari

Le prove devono essere eseguite dai laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

Nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato, l'Appaltatore, nella relazione di prequalifica deve fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nel:

- controllo tipo A per quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc;
- controllo tipo B obbligatorio per costruzioni con più di 1500 mc di miscela omogenea.

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

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto deve essere effettuato almeno un prelievo.

Il controllo di tipo B è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 mc di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 mc.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere:

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

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera a quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

#### **46.2.6 Requisiti di conformità del calcestruzzo preconfezionato**

In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.14.01.2008) il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato.

Ai fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206/1:2006 ed UNI 11104:2004.

Ai fini della valutazione della durabilità, si prescrive l'esecuzione durante il corso d'opera di prove per la verifica della resistenza alla penetrazione agli agenti aggressivi in termini di impermeabilità del calcestruzzo UNI EN 12390/8:2002.

Sul calcestruzzo dovranno essere effettuate le fasi valutazione preliminare della resistenza per determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto. Ad ogni consegna di calcestruzzo a "prestazione garantita" sarà fornita una scheda numerata serialmente.

Le schede indicheranno: data, nome del Fornitore, località in cui è ubicato l'impianto di produzione, marca e tipo del cemento impiegato, classe del conglomerato, classe di consistenza al getto, rapporto acqua/cemento (a/c), eventuali additivi aggiunti, numero dell'automezzo che effettua il trasporto, ora di partenza e ora di arrivo al cantiere, quantità di prodotto, dimensione massima dell'aggregato impiegato ed eventuale dettagli sulla miscela.

Per l'accettazione del calcestruzzo "a prestazione garantita", sarà verificata la conformità alle prescrizioni di progetto dei seguenti parametri:

- classe di resistenza;

- classe di consistenza;
- classe di aggressività ambientale;
- rapporto acqua/cemento;
- tipo e classe del cemento;
- dimensione massima dell'inerte.

È tassativamente vietato modificare senza approvazione della D.L. la miscela del calcestruzzo di progetto.

Durante il corso dei lavori sarà effettuato il confezionamento di provini supplementari a quelli previsti di norma, per l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità:

- durezza degli inerti;
- prova Los Angeles, resistenza alla frantumazione;
- prova Micro Deval ad umido.

La D.L. richiederà inoltre misure della consistenza del calcestruzzo con il metodo del cono (SLUMP), in accordo con la normativa specifica vigente.

Il direttore dei lavori è tenuto ad acquisire, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo a verificare e a rifiutare eventuali forniture non conformi. Il Direttore dei lavori dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al punto 11.2.5 del D.M. 14.01.2008.

### **46.3 Requisiti di accettazione opere in cls a vista**

Oltre ai requisiti di accettazione prescritti per le opere strutturali, le opere per le quali è richiesta la finitura faccia a vista devono presentare una superficie uniforme e omogenea per texture e colore, priva di difetti, quali: fessurazioni, bolle d'aria, alveolizzazioni, rigonfiamenti, sbavature, mancanze, distacchi, efflorescenze macchie e graffi.

### **46.4 Requisiti di accettazione delle opere - collaudi**

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte al Collaudo provvisorio e Ufficiale, eseguito in accordo alla Legge 5.11.1971 n. 1086, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.

#### **46.4.1 Collaudo provvisorio**

Consisterà nell'esecuzione dei seguenti controlli e verifiche:

- controllo dei certificati delle prove eseguite sull'acciaio e sui calcestruzzi;
- controllo della buona esecuzione dei manufatti, e della omogeneità e assenza di porosità delle superfici, (assenza di fessurazioni, sbrecciature ecc.);
- verifica della conformità di quanto eseguito con i disegni di progetto.

#### **46.4.2 Collaudo definitivo**

Sarà effettuata una ricognizione delle opere eseguite per accertare che siano state ottemperate tutte le prescrizioni fatte in sede di collaudo provvisorio e che nel periodo di tempo trascorso non si siano manifestati cedimenti o altri danni e che le stesse non presentino alcun segno di degrado dovuto all'uso normale.

### **Articolo 46.5 - Caratteristiche dei materiali**

Per la descrizione delle caratteristiche dei materiali si rinvia al capitolo introduttivo "Caratteristiche tecniche generali dei materiali".

Si elencano di seguito le caratteristiche che il calcestruzzo dovrà avere per soddisfare i requisiti strutturali richiesti dal progetto. In particolare l'Appaltatore dovrà verificare e assicurare che i valori di slump richiesti siano verificati al momento del getto in opera del calcestruzzo.

Le caratteristiche sono definite in conformità alle norme UNI-EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004 e al D.M. 14.1.2008.

### 46.5.1 Calcestruzzo per opere di fondazione e setti controterra

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo a norma UNI EN 206-1:

- Miscela impermeabile
- Classe di esposizione XC3 per setti
- Classe di resistenza del calcestruzzo C 25/30
- Massimo rapporto a/c per durabilità: 0,52
- Contenuto minimo di cemento per durabilità 280 kg/mc
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Dimensione massima dell'inerte  $D_{max} = 25 \text{ mm}$
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg  $f_{ck, cube} \geq 30 \text{ MPa}$
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg  $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$

### 46.5.2 Acciaio per armatura delle strutture in calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C laminato a caldo, secondo D.M. 14.01.2008, classe di duttilità C secondo Eurocodice 2, appendice C.1.

- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura e rapporti tra le tensioni:  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$   
 $1.13 \leq (f_t / f_y)_k \leq 1.35$   
 $(f_y / f_{y,nom})_k \leq 1.25$
- Allungamento percentuale caratteristico:  $(A_{gt})_k \geq 7.0 \%$

## 46.6 Modalità ed esecuzione delle prove

### 46.6.1 Controlli e prove sugli aggregati

I controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, sono finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV del DPR n.246/93.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520 -1:2005 e UNI 8520-2:2005 - Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

### 46.6.2 Controlli prove acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti in ottemperanza a quanto prescritto al D.M. 14.01.2008, presso laboratori incaricati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

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

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli di cui al punto precedente.

In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove.

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

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc.).

Il controllo del materiale riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

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

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

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle norme tecniche, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

#### **46.6.3 Controlli prove acciaio**

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate".

#### **46.7 Prove sul calcestruzzo**

Le prove sul calcestruzzo devono essere disposte dal Direttore dei Lavori ed essere eseguite e certificate da laboratori autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

##### **46.7.1 Provini preliminari**

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore, in accordo con D.L., predisporrà presso l'impianto di betonaggio prescelto, un impasto di qualifica, con i materiali e le proporzioni indicate nella certificazione presentata in sede di offerta.

La resistenza di tale impasto dopo 28 giorni, determinata su provini cubici aventi spigolo di cm 16, non dovrà essere inferiore a quella indicata sugli elaborati grafici di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà presentare la documentazione relativa ad una serie di prove di qualificazione, eseguita su campioni di cls allo scopo di fornire i parametri più significativi delle caratteristiche del medesimo, accompagnata dalle composizioni granulometriche degli aggregati impiegati.

##### **46.7.2 Prelievo dei campioni**

Il prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri ed alla presenza del Direttore dei lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di tre provini.

Il Direttore dei Lavori provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del conglomerato stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella UNI EN 12390-3 e 4.

La media delle resistenze a compressione dei provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- identificazione del campione;
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, ecc);

- identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- data e ora di confezionamento dei provini;

La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

#### **46.7.2.1 Laboratorio**

Il Fornitore dei calcestruzzi dovrà disporre di almeno un Laboratorio idoneo all'esecuzione delle prove di prequalifica delle miscele e di controllo dei calcestruzzi in corso d'opera: prove sul calcestruzzo fresco, sul calcestruzzo indurito e sui materiali costituenti.

In particolare, presso il Laboratorio dovranno essere disponibili le seguenti apparecchiature:

- forno di essiccazione;
- serie di setacci;
- bilancia di portata fino a 20 Kg e sensibilità 1 gr;
- porosimetro;
- contenitore tarato;
- casseforme in acciaio o PVC, in numero adeguato;
- impastatrice da laboratorio;
- piastra o ago vibrante;
- attrezzature per determinare la consistenza dei calcestruzzi (anche per SCC);
- termometri di massima e minima e ad immersione per calcestruzzi;
- camera o vasche di stagionatura dei provini di calcestruzzo;
- pressa da laboratorio con carico massimo pari ad almeno 2200 KN.

I macchinari utilizzati dal Laboratorio di Prova dovranno essere di dimostrata affidabilità e precisione per l'utilizzo con calcestruzzo AP, con particolare riferimento alle prove di resistenza a compressione e la prova di rigidità (modulo di Young).

I tecnici del Laboratorio dovranno possedere una documentata esperienza nel settore dei calcestruzzi AP.

#### **46.8 Controlli in corso d'opera**

Durante il corso dei lavori la D.L., richiederà il confezionamento di provini supplementari (oltre a quelli previsti per normativa), per l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità:

- durezza degli inerti;
- prova Los Angeles - resistenza alla frantumazione;
- prova Micro Deval ad umido.

La D.L. richiederà inoltre misure della consistenza del calcestruzzo con il metodo del cono (SLUMP), in accordo con la Norma UNI EN 206-1.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della

resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

#### **46.8.1 Controlli supplementari della resistenza a compressione**

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso prove non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Per la modalità di determinazione della resistenza in situ si potrà fare riferimento alle norme EN 12504-1 e 2.

#### **46.8.2 Carotaggi**

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogni qualvolta la D.L. lo ritenga opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma UNI EN 13791.

#### **46.8.3 Zona di prelievo**

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

#### **46.8.4 Prove di carico**

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

### **46.9 Modalità di esecuzione opere in calcestruzzo**

#### **46.9.1 Piegatura del ferro e formazione delle gabbie**

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne riducano la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

Le armature metalliche devono essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni. La piegatura dovrà essere fatta meccanicamente, mai a caldo, a mezzo di piegaferrì.

I mandrini dovranno avere raggio tale da evitare deformazioni dannose. Detto raggio dipenderà dal diametro dei tondini in lavorazione.

Le giunzioni di barre saranno consentite solo quando la lunghezza commerciale delle stesse è inferiore a quella necessaria.

Le eventuali giunzioni dovranno essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minor sollecitazione; ciascuna giunzione inoltre non dovrà interessare una sezione metallica superiore al 30% di quella complessiva.

Le giunzioni potranno essere eseguite mediante sovrapposizione delle barre secondo le prescrizioni dei disegni di progetto, le sovrapposizioni che coinvolgono più barre andranno, per quanto possibile, sfalsate. In nessun caso saranno accettate sovrapposizioni inferiori a 40 volte il diametro delle armature interessate.

È previsto di utilizzare le fondazioni dell'edificio come dispersori naturali dell'impianto di messa a terra e più in generale tutte le armature in acciaio per la realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

A tale scopo per quanto riguarda la continuità elettrica dei ferri di armatura si rimanda della Norma CEI che prescrive che la continuità elettrica si considera realizzata quando la resistenza tra due punti non sia superiore a 0,1 ohm al passaggio di una corrente di 10A.

In ogni caso al fine di realizzare la continuità elettrica richiesta, si prescrive che alcuni tondini facenti parte di elementi strutturali vengano saldati elettricamente in corrispondenza delle giunzioni. Il medesimo provvedimento deve essere applicato ad alcuni tondini delle strutture verticali ed orizzontali.

Nella posa delle armature metalliche si curerà il posizionamento delle stesse nei casseri, tenendo presente che la distanza minima dagli stessi non deve essere inferiore ai 20 mm, salvo indicazioni diverse riportate sui disegni di progetto. La distanza minima netta tra le barre deve essere almeno pari al diametro delle medesime, in ogni caso non inferiore al diametro massimo dell'inerte impiegato per il calcestruzzo.

Qualora il getto venga eseguito controterra dovrà essere assicurato un ricoprimento netto dell'armatura pari a 40 mm. Il posizionamento di ciascun ferro sarà ottenuto legando il medesimo alle staffe mediante filo di ferro in modo da ottenere una gabbia entro la quale i ferri non possono muoversi. La gabbia sarà mantenuta in posizione all'interno dei casseri mediante opportuni distanziatori di materia plastica in modo che, a getto ultimato, la posizione delle armature metalliche risulti quella indicata nei disegni di progetto.

#### **46.9.2 Esecuzione dei casseri**

Tutte le strutture in c.a. dovranno essere eseguite con casseforme lisce e scarsamente assorbenti che assicurino una superficie regolare ed assolutamente piana ed omogenea per qualità, colore e finitura. La superficie dovrà essere liscia e regolare e i casseri dovranno essere sufficientemente rigidi in modo da non aver deformazioni apprezzabili al momento del getto e della vibratura del calcestruzzo.

L'unione tra i vari elementi dovrà essere tale da impedire il più possibile la fuoriuscita di malta durante il getto. È fatto assoluto divieto di impiegare casseri sporchi o che non presentano superficie omogenea.

Nelle pareti la cui faccia esterna verrà a trovarsi contro terra, la chiusura dei fori dei distanziatori dovrà essere integrata con una opportuna sigillatura che impedisca l'ingresso di eventuale acqua e la sua fuoriuscita sulla faccia esposta.

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti disarmanti, i quali non dovranno condizionare la perfetta riuscita del getto. È fatto assoluto divieto dell'uso della bachelite.

In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa; saranno comunque impiegati secondo i dettami della Ditta fabbricante e dovranno essere approvate dalla D.L. a mezzo di autorizzazione scritta.

Si ricorda che nel prezzo unitario delle casseforme sono ricompresi tutti gli oneri derivanti da: banchinaggio, noleggi, puntellazioni, disarmi ed opere provvisionali in genere necessari per l'esecuzione dei lavori.

#### **46.9.3 Cassaforme per getti faccia a vista**

Salvo diverse indicazioni della D.L. si utilizzeranno casseri realizzati con pannelli in legno multistrato per pareti, solai e pilastri, nuovi o impiegati lo stesso numero di volte e caratterizzati da medesimo grado di assorbimento (stesso legno).

La tipologia di cassero da utilizzare per la realizzazione delle superfici a vista, con finitura superficiale del calcestruzzo di alto livello qualitativo (superfici lisce e prive di impronte) deve essere campionata e sottoposta all'approvazione della D.L./D.A.

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

#### **46.9.4 Pulizia e trattamento**

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

#### **46.9.5 Impasti**

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato. Il rapporto a/c sarà determinato tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Il rapporto a/c, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato, e alle caratteristiche di esposizione del manufatto, al fine di garantire la durabilità del materiale.

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

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

La resistenza caratteristica del conglomerato è quella indicata sui disegni di progetto.

In alcun caso potrà essere prevista una resistenza caratteristica inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> o superiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Si ricorda infine che l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica uguale o superiore a 40 N/mm<sup>2</sup> e sino a 50 N/mm<sup>2</sup> richiede l'esecuzione di controlli statistici sia preliminari che in corso di impiego.

#### **46.9.6 Getto del conglomerato**

Prima di effettuare il getto, dovrà essere controllata la perfetta pulizia delle parti interne dei casseri e dei ferri i quali non dovranno presentare superfici unte o arrugginite.

Si procederà poi alla bagnatura del cassero come di ogni altro elemento assorbente con il quale il conglomerato può venire a contatto.

I getti di regola non potranno essere effettuati a temperature tali per cui ci sia pericolo di gelo e comunque non inferiori a -5° C. L'eventuale uso di additivi antigelo dovrà essere autorizzato dalla D.L. a mezzo di comunicazione scritta; dovranno pure essere evitati getti con elevate temperature ambiente.

Per evitare la separazione dei componenti non potranno essere effettuati getti da altezze superiori ai m 2,00. Contemporaneamente al procedere del getto si dovrà provvedere all'accurata costipazione e/o vibratura dello stesso.

Dovranno essere impiegati vibratori ad immersione cilindrici, oppure a lama nel caso ci siano ferri molto riavvicinati.

Vibratori da collegare ai ferri o ai casseri saranno usati solo nell'impossibilità di usare gli altri e solo su autorizzazione scritta della D.L.

La vibratura dovrà interessare possibilmente anche gli strati gettati in precedenza; dovrà inoltre essere condotta in modo uniforme e senza soluzione di continuità; dovrà essere sospesa all'apparire di un velo d'acqua e cemento sulla superficie.

Le riprese dei getti dovranno di regola essere evitate; qualora si rendessero necessarie, bisognerà eseguirle nelle zone di minor sollecitazione.

All'atto della ripresa del getto, si avrà cura di pulire perfettamente e di bagnare a saturazione le superfici delle parti già indurite con boiaccia di cemento.

L'ordinamento degli ancoraggi dei casseri (generalmente distanziatori con elementi in plastica a perdere) va concordato con la D.L. poiché si dà assoluta importanza alla ordinata distribuzione delle forature coniche.

#### **46.9.7 Stagionatura**

Il calcestruzzo sarà protetto da perdite di umidità, rapidi cambiamenti di temperatura, e danni derivanti da pioggia o acque scorrenti, per un periodo non inferiore a 7 giorni (3 giorni per cemento a presa rapida) dopo aver effettuato il getto. La stagionatura potrà essere ottenuta attraverso uno dei seguenti metodi:

- stagionatura ad acqua: mantenere le superfici continuamente umide per mezzo di dispositivi a spruzzo o altri dispositivi approvati;
- stagionatura a sabbia saturata: coprendo la superficie con uno spessore minimo di sabbia di circa 4 cm, uniformemente distribuito, e mantenendolo continuamente saturo d'acqua;
- stagionatura a carta: coprendo la superficie con carta impermeabile conforme alle norme, o coprendo la superficie con fogli di polietilene opaco (fissare saldamente e sigillare tutti i bordi e le estremità).

Potranno essere utilizzati prodotti stagionanti, trattamenti tipo "curing" dietro specifica approvazione della D.L. tali prodotti non potranno, in ogni caso, essere utilizzati su superfici sede di riprese di getto.

Ulteriore stagionatura del calcestruzzo dopo la rimozione delle casseforme sarà effettuata come eventualmente indicato.

Nel caso venga usato calcestruzzo preconfezionato, l'impianto dovrà avere capacità ed attrezzature di trasporto sufficienti a consegnare ad un ritmo indicato e in ogni caso non inferiore a quello necessario ad assicurare, in un massimo di 60', carico e getto.

#### **46.9.8 Disarmo**

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

### **Articolo 47 - Palizzate in legno**

Le palizzate sono costituite da pali in legno infissi verticalmente. A ridosso della parte emergente verranno disposte orizzontalmente in quintupla fila delle pertiche di castagno, legate con filo di ferro, per la trattenuta del materiale di risulta.

Per i parametri di riferimento si richiama il computo metrico delle opere in allegato al presente progetto a seconda dell'intervento a cui verranno utilizzate. Le palizzate saranno concluse con la messa a dimora di piantine di salice grigio laddove indicato dal progetto.

Benché le palizzate da progetto non necessitino di materiale vivo, è sempre meglio opportuno operare durante il periodo di riposo vegetativo (rami senza foglie). Le attrezzature che solitamente occorrono all'opera sono:

- mezzo meccanico (scavatore o terna o ragno) (carburante);

- motosega (carburante, olio) con attrezzatura di dotazione, lame di riserva, attrezzatura individuale antinfortunistica;
- mazzetta manico corto (1,5 kg);
- mazza manico lungo (5 kg);
- tenaglia;
- pala;
- piccone.

Per la realizzazione della palizzata verranno eseguite le seguenti fasi:

- viene considerata eseguita la preparazione preliminare del sito di intervento comprendente tutte le operazioni relative all'eventuale disboscio, all'eventuale modifica morfologica, alla pulizia, al disaggio, alla messa in sicurezza. Tali operazioni vengono effettuate mediante l'utilizzo del mezzo meccanico ed eventualmente completate manualmente.
- infissione verticale di tronchi (secondo le indicazioni della D.L.) infiggendoli nel terreno per 2/3 della lunghezza. Il dimensionamento dei tronchi nonché la profondità e la distanza di infissione sono condizionati dalle caratteristiche litologiche e morfologiche del substrato e devono essere valutati caso per caso. Tale operazione viene effettuata mediante l'utilizzo del mezzo meccanico o manualmente.

Accorgimenti particolari:

- Realizzare una punta ad una estremità del tronco per facilitarne l'infissione.
- L'estrema variabilità della lunghezza dei tronchi orizzontali influenza e determina la distanza di infissione dei tronchi verticali: in questi casi pertanto è consigliabile allineare i tronchi orizzontali che costituiranno la prima fila e regolare di conseguenza le distanze di infissione dei tronchi verticali.
- posa di tronchi in file orizzontali sovrapposte, a monte dei tronchi verticali infissi, a contatto e fissati ad essi. Fissare i tronchi orizzontali a quelli verticali mediante filo di ferro cotto o zincato. Se il diametro dei tronchi fosse sufficientemente grande, l'unione tra essi sarà realizzata mediante chiodatura.
- riempimento con materiale inerte di riporto, mediante l'utilizzo del mezzo meccanico e manualmente.
- in caso di palizzate a più livelli, si passa alla realizzazione di eventuali successivi allineamenti superiori, secondo le modalità e gli accorgimenti precedenti sino al raggiungimento dell'altezza finale.
- asporto di detriti e scarti di lavorazione (eventuali residui organici quali rami, ramaglia, legno possono essere mischiati al materiale di riempimento, facendo però attenzione che non provochino il formarsi di pericolosi vuoti in fase di costipamento), pulizia totale del sito.

Per ogni dettaglio si vedano gli elaborati grafici di progetto; a seconda delle situazioni morfologiche del terreno possono essere in piano o con leggera pendenza per favorire la concentrazione del salto d'acqua in un punto.

## **Articolo 48 - Fondazioni stradali**

In tutti i tratti di strada ove la piattaforma appoggi su rilevati o su terreno di non sufficiente consistenza, o qualora ciò fosse ritenuto necessario a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, lo strato di base (massciata classica o di altro tipo) sarà disteso su un'apposita fondazione dello spessore prescritto o da prescriversi all'atto esecutivo, da costruirsi entro detto cassonetto scavato nella piattaforma stradale. Detto cassonetto, la cui regolarità sarà controllata dalla direzione lavori prima dell'apporto del materiale lapideo, dovrà essere conforme alle quote ed alla monta di progetto. Qualora il tratto di strada si svolgesse in trincea e fosse ritenuto necessario alla direzione lavori, il costipamento del fondo del cassonetto mediante rullatura sarà pagato in economia.

La fondazione, a seconda delle particolari condizioni dei singoli lavori, verrà realizzata con una delle seguenti strutture:

1. **Fondazione in pietrame e ciottoloni** - per la loro formazione si dovranno costruire tre guide longitudinali, di cui due ai lati della strada ed una laterale; dovranno anche essere disposte guide trasversali alla distanza di circa 15 metri l'una dall'altra. Queste guide dovranno essere eseguite a mano, con particolare cura, mediante pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni dell'assortimento.

Si verranno così a creare dei riquadri che saranno riempiti con altre pietre o ciottoloni, collocati sempre a posto a mano, con la base più larga verso il basso se si tratta di pietrame o con le punte in alto quando si tratta di ciottoloni, accostati per quanto possibile tra di loro e i cui interstizi verranno serrati a forza mediante scaglie e detriti.

I singoli elementi dovranno essere di dimensioni tali che, collocati in opera in strato unico come detto sopra, lo spessore delle fondazioni risulti, a seconda dei casi, non inferiore ai 15 cm. E non superiore ai 20 cm..

Tutta la superficie dovrà essere regolarizzata con materiale detritico più fine e convenientemente sistemata mediante cilindratura in modo che, a fine lavoro, la superficie risulti parallela a quella prevista per il piano stradale. Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per le condizioni idrometriche, possa temersi un anomalo affondamento del materiale di fondazione, occorrerà stendere preventivamente su detto terreno uno strato di sabbia o di materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore.

2. **Fondazioni di misto di ghiaia (o pietrisco) e sabbia** - dovranno essere formate da uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionate sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Il materiale non dovrà comprendere elementi superiori agli 80 mm. E la frazione passante al setaccio 10 a.s.t.m. Dovrà essere compresa fra il 15 ed il 30% del totale.

Lo strato dovrà essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale però che l'acqua non arrivi al sottofondo. Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

In questo caso, oltre alla fornitura e stesa del materiale impiegato per al fondazione della massicciata, è compensato nel prezzo di elenco il costipamento eseguito con rulli meccanici, vibratori o battitori, o rulli gommati del tipo a piede di montone nel modo descritto al sopracitato art. 45.

3. **Fondazioni in materiale di risulta** - (prodotti di recupero della demolizione di precedenti massicciate e di costruzioni edilizie, detriti di frantumazione, ecc.): valgono le stesse norme previste al punto b).

Il materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare al contatto con l'acqua.

Nell'esecuzione di scavi e movimentazioni di terra nell'ambito dell'alveo fluviale o torrentizio si deve prestare particolare attenzione a non alterare, per quanto possibile, il flusso dell'acqua evitando, in particolare, di creare sbarramenti.

L'acqua dovrà essere allontanata, per quanto possibile, dal luogo in cui sono in corso i lavori di realizzazione delle opere in alveo per permettere di lavorare più agevolmente ma, soprattutto, per evitare di sporcare l'acqua con terra e quant'altro; nel caso sia inevitabile l'intorbidimento dell'acqua con la terra smossa sarà necessario creare delle vasche di decantazione dell'acqua a valle della zona interessata ai lavori.

Non dovranno essere lasciati in alveo, anche in fase di esecuzione lavori, materiali o attrezzature che possano essere asportate dall'acqua in caso di piene improvvise.

Una volta terminati i lavori dovrà essere ripristinata la situazione originale di regimazione delle acque.

### **Formazione di Massicciata Stradale**

Preparata la superficie della fondazione, si provvederà alla formazione della massicciata con ghiaia o pietrisco o altro materiale compresso per via meccanica.

Nella cilindratura meccanica si seguiranno tutte le norme che la tecnica prescrive in tale genere di lavoro e precisamente dovrà essere eseguita con rulli compressorì a motore, del peso non inferiore a 16 tonn., marcianti alla velocità oraria non superiore a km 3..

Il lavoro di compressione sarà spinto fino al perfetto costipamento del materiale avendo cura che la superficie risulta dell'esatta sagoma prescritta, restando stabilito che il numero dei passaggi su ciascuna striscia non dovrà mai essere inferiore ai centoventi.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passino su una striscia di almeno 20 cm. Nella zona precedente e nel cilindrare la prima in zona marginale le ruote vengano a comprimere una striscia di banchina larga almeno 20 cm.

Il lavoro di compressione dovrà procedere dal margine della strada verso l'asse e non si comprimerà la zona assiale se non dopo che i fianchi siano ben consolidati.

La cilindratura dovrà essere sempre eseguita per strati di materiale litico non superiore ai cm. 20 di spessore soffice.

Il materiale di aggregazione sarà costituito da sabbione ben granito o da minuto pietrischetto o graniglia, assolutamente scevri da materiale terroso od argilloso. La quantità d'acqua da impiegare per la cilindratura, se prevista all'acqua, sarà ridotta alla stretto necessario per facilitare la buona riuscita del lavoro.

Saranno praticati frequenti tagli nelle banchine normalmente all'asse stradale, con altezza non inferiore allo spessore della massicciata e della relativa fondazione e con pendenza verso l'esterno in guisa da rendere possibile il pronto smaltimento, all'esterno del cassonetto, dell'acqua che eventualmente fosse stata adoperata in eccesso.

### **Preparazione della Superficie della Massicciata Cilindrata da Sottoporre a Trattamento Superficiale Bituminoso**

Le superfici delle massicciate cilindrate da ricoprire con qualsiasi tipo di rivestimento devono risultare rigorosamente ripulite e cioè scevre in modo assoluto di polvere o di fango così da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco e ghiaia.

Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia consentita attraverso l'accurato e preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore e da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la ripulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili.

L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare, secondo i casi, o con abbondante lavatura con acqua sotto pressione o mediante apparecchi pneumatici che assorbano o che soffino via la polvere dagli interstizi della massicciata.

Sarà di norma consentito il lavaggio solo durante i periodi estivi e quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di questa ultima in superficie sia tale da escludere che essa possa restare sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione.

Sarà comunque escluso il lavaggio quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata.

L'applicazione dei trattamenti superficiali verrà fatta di solito su metà strada per volta onde non ostacolare il transito: l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'apposizione delle necessarie segnalazioni diurne e notturne in conformità a quanto disposto dal vigente codice della strada.

### **Trattamento Superficiale con Bitumatura a Freddo**

Eseguita la preparazione della superficie stradale secondo le norme precedenti, si procederà allo spandimento ed alla distribuzione regolare ed uniforme sulla massicciata di emulsione bituminosa al 55% di bitume puro solubile al 99% nel solfuro di carbonio nel quantitativo per metro quadrato che sarà fissato all'atto esecutivo della direzione lavori. La superficie così bitumata dovrà essere subito saturata con spandimento uniforme di ghiaietto o di pietrischetto scelto e pulito avente le caratteristiche di qualità e dimensioni prescritte precedentemente e per un quantitativo di mc. 1,50 (uno e cinquanta) per ogni 100 metri quadrati di massicciata trattata. Dopo un conveniente intervallo di tempo, sarà aperto il transito sulla parte stradale bitumata.

La seconda applicazione del trattamento superficiale sarà effettuata dopo quel periodo di tempo che sarà ritenuto opportuno a seconda della stagione e dell'intensità del transito stradale e dopo aver provveduto, all'occorrenza, ad una accurata rappezzatura della prima mano ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Il quantitativo di emulsione da applicare sarà anche in questo caso fissato all'atto esecutivo dalla direzione lavori.

Allo spandimento dell'emulsione seguirà, immediatamente o con un certo intervallo di tempo, a seconda della natura dell'emulsione stessa, lo spargimento di ghiarello o di pietrischetto di saturazione nella quantità di mc. 1,20 (uno e venti) per ogni 100 metri quadrati.

I quantitativi prescritti di ghiarello o pietrischetto per le due applicazioni qui considerate potranno però essere variati in più o meno a giudizio della direzione lavori.

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscono l'esatta ed uniforme distribuzione sulla superficie della massicciata del quantitativo di emulsione prescritto per ciascuna applicazione e per ogni mq. Nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nella massicciata per almeno qualche centimetro, in maniera tale che il bitume, unitamente alla graniglia, possa ben saturare i vuoti tra gli elementi del mosaico della massicciata cilindrata.

Anche lo spandimento della graniglia o del materiale di ricoprimento dovrà essere fatto in modo da assicurare una distribuzione uniforme.

Il controllo del quantitativo di materiale bituminoso sparso si farà per confronto fra le capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio o dal preventivo benessere della direzione lavori sulla fornitura delle emulsioni, l'impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato soddisfacenti risultati o che sotto l'azione della pioggia abbiano dato segni di rammollimento e stemperamento o che si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

Il ghiarello o pietrischetto rimasto esuberante o che non abbia aderito alla massicciata bitumata verrà levato ed allontanato a cura dell'impresa, rimanendo di sua proprietà.

Qualora l'emulsione provveduta dall'impresa contenesse una percentuale di bitume inferiore al 55%, e dalla direzione lavori ne fosse stato comunque consentito l'impiego, sarà dedotto dal prezzo di elenco per le bitumature l'importo del bitume mancante valutato al prezzo di capitolato per bitume dato in opera depurato dal ribasso d'asta.

### **Trattamento Superficiale con Bitumatura a Caldo**

Per la preparazione della superficie stradale valgono in tutto le norme stabilite dall'art. 52.

L'applicazione di bitume a caldo, sia di prima che di seconda mano, sarà fatta con quel quantitativo di bitume che stabilirà la direzione dei lavori all'atto esecutivo, facendo precedere un'accurata ripulitura della superficie stradale, nonché gli eventuali rappezzi che si rendono necessari così come indicato nel precedente articolo.

Tale applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco. Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli dal maggio al settembre e che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 150° e 180° entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione quanto mediante spanditrici a semplice erogazione, nel qual caso l'opera di regolazione per lo spandimento si compirà mediante spazzole e successivo finimento con scope a mano.

In ciascun caso il metodo di spandimento impiegato e le relative operazioni complementari dovranno essere tali da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato di superficie stradale nel quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia o pietrischetto di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di mc. 2 o mc. 1,50 per ogni

cento metri quadrati, rispettivamente per 1<sup>^</sup> o 2<sup>^</sup> mano, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massiciata precedentemente trattata a semipenetrazione.

Allo spandimento della graniglia o del pietrischetto seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle tonnellate 19, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Il controllo del quantitativo del materiale bituminoso si farà per confronto fra le capacità dei serbatoio delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni colle modalità prescritte dall'art. 42.

L'impresa, qualunque sia il trattamento eseguito, avrà cura di rimettere sulla superficie bitumata il pietrischetto o ghiaietto eventualmente trasportato ai margini dall'azione del transito e verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle provvederà, senza ulteriori compensi, allo spandimento di conveniente quantità di pietrischetto o ghiarello nelle zone che lo richiedessero in guisa da saturare completamente il bitume; inoltre, a suo tempo, secondo l'ordine della direzione dei lavori, dovrà pulire completamente la superficie bitumata asportando il residuo pietrischetto o ghiarello non incorporato.

La direzione dei lavori terrà esatto controllo delle quantità di bitume impiegato per far luogo a corrispondenti detrazioni in base al prezzo unitario del bitume a piè d'opera e non sarà fatto alcun accredito per la maggiore quantità di bitume eventualmente impiegato a meno che questa sia stata preventivamente ordinata dalla direzione lavori.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci di Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione Lavori.

La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare le norme UNI 7927-78.

Quando la Direzione Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, tenendo conto delle conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni ordinate.

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui saranno portati a rifiuto.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Di norma, le malte per murature di mattoni saranno dosate con kg. 400 di cemento normale per ogni mc. di sabbia, e passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori degli spessori fissati.

Le malte per murature di pietrame saranno dosate con kg. 350 di cemento normale per ogni mc. di sabbia e le malte per intonaci con kg. 600 di cemento normale per mc di sabbia.

Nella composizione di malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento risulti uniformemente distribuito nella massa ed avvolto di malta per tutta la superficie.

La confezione di malte per piccole quantità può essere convenientemente realizzata a mano, da manovali su apposite piazzole. La confezione viene fatta a macchina per cantieri medio-grandi con impastatrici del tipo a mole.

La quantità di acqua per l'impasto non è precisata da regole fisse. L'addetto alla confezione prepara un impasto più o meno fluido, a seconda dell'impiego.

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso può essere ammesso dalla Direzione Lavori, purchè la fornitura sia accompagnata da una certificazione del produttore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi, nonché le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

## Articolo 49 - Trattamento con conglomerato bituminoso

### 1. Strato di base in misto bitumato

Lo strato di base è costituito da un conglomerato bituminoso di tipo da "semichiuso" a "semiaperto", formato da un misto granulare di ghiaia e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia, sabbia e additivo ("filler"), impastato con bitume a caldo, previo riscaldamento ad essiccazione degli aggregati, steso in opera con macchina vibrofinitrice e rullato a fondo.

Nella composizione dell'aggregato grosso (totale trattenuto al setaccio astm n. 10). Il materiale frantumato dovrà in genere essere presente almeno per il 40% rispetto al peso dell'intera miscela di aggregati.

A giudizio della direzione lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da pietrisco, pietrischetto e graniglia di frantumazione.

La sabbia, ghiaia ed i frantumati dovranno essere costituiti da elementi lapidei sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle "norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi per costruzioni stradali" del c.n.r. fascicolo n. 4 - ediz. 1953 e successivi aggiornamenti e, per le ghiaie, dalla "tabella u.n.i. 2710 - ed. Giugno 1945".

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaia e/o pietrisco, pietrischetto e graniglia, che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Dimensione massima 40 mm. (valida per uno spessore finito dello strato di base di almeno 7 cm.);
- Forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare;
- Coefficiente di frantumazione, secondo la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, non superiore a 160;
- Resistenza a compressione, secondo la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, non inferiore a 1000 kg/cmq.;
- Perdita di peso per decantazione, secondo la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, non superiore a 1%;
- Coefficiente di imbibizione, secondo la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, non superiore a 0,015;
- Materiale non idrofilo, secondo la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, con limitazione a max. 0,7% della perdita di peso dopo scuotimento;
- Perdita in peso alla prova di abrasione los angeles, secondo la norma c.n.r. b.u. n. 34, non superiore a 30%.

Nel caso in cui l'aggregato grosso risulti idrofilo, esso potrà, a giudizio della direzione lavori, essere ugualmente accettato, purchè, per la produzione dell'impasto bituminoso, venga fatto uso del "dope" di adesione.

In questo caso l'aggregato grosso dovrà soddisfare l'ulteriore requisito:

- Prova di rivestimento e spogliamento (secondo la norma astm d 1664-69), da effettuarsi con l'aggregato e con il legante bituminoso impiegati in ogni caso specifico, dopo aver additivato il legante con il tipo e dosaggio di dope di adesione approvati dalla direzione lavori: superficie degli elementi litici rimasta rivestita superiore al 95%.

Per il prelevamento dei campioni delle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, capo ii e successivi aggiornamenti.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso per decantazione, secondo la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, non superiore al 2%;
- equivalente in sabbia, secondo la norma c.n.r. b.u. n. 27, non inferiore a 40;
- materiale non idrofilo, secondo la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, con limitazione a max. 0,7% della perdita in peso dopo scuotimento; la prova dovrà essere eseguita su una pezzatura 2/5 mm. della stessa natura e provenienza della sabbia in esame.

nel caso in cui l'aggregato fino risulti idrofilo, esso potrà, a giudizio della direzione lavori, essere ugualmente accettato, purchè venga fatto uso del "dope" di adesione. in questo caso, reperita una pezzatura 8/12 mm. della stessa natura e provenienza della sabbia in esame, tale materiale dovrà soddisfare l'ulteriore requisito:

- prova di rivestimento e spogliamento, secondo la norma astm d 1664-69, da effettuarsi con l'aggregato in pezzatura di cui sopra e con il legante bituminoso da impiegare in ogni caso specifico, dopo aver additivato il legante con il tipo e dosaggio di dope di adesione approvato dalla direzione lavori: superficie degli elementi litici rimasta rivestita superiore al 95%.

Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, capo ii e successivi aggiornamenti.

**a. additivo minerale ("filler")**

per i requisiti generali vedasi l'art. 42 e per quelli granulometrici in particolare la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953.

**b. legante bituminoso**

il legante dovrà essere un bitume semisolido rispondente alla norma c.n.r., fascicolo 2, 1951 e successivi aggiornamenti.

in funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovrà essere usato, a discrezione della direzione lavori, un bitume di gradazione b 80/100 o b 60/80 secondo la norma c.n.r., succitata, oppure della gradazione b 50/70 indicata negli aggiornamenti ovvero un bitume 60/70 avente le seguenti particolari caratteristiche:

- penetrazione a 25° c: 60÷70 dmm.
- punto di rammollimento p.a.: 48÷56 ° c e le altre caratteristiche corrispondenti a quelle indicate con la gradazione b 60/80 della norma c.n.r..

in ogni caso il bitume prescelto dovrà inoltre presentare:

- indice di penetrazione, secondo la tabella u.n.i. 4163 - ed. febbraio 1959, compreso fra -1 e +1.

il prelevamento dei campioni in bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma c.n.r., fascicolo 2, 1951, cap. ii e successivi aggiornamenti.

**c. impasto**

la miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi c.n.r. b.u. n. 23, ad andamento sostanzialmente continuo, compresa entro i seguenti limiti (vedasi anche il fuso granulometrico corrispondente) validi per uno spessore finito dello strato di base non inferiore a 7 cm.:

SETACCI ASTM	MAGLIE mm.	TOTALE PASSANTE % in peso
1 1/2"	38,1	100
1 1/4"	31,7	88 - 100
1"	25,4	80 - 92
3/4"	19,1	67 - 80
1/2"	12,7	55 - 68
3/8"	9,52	48 - 60
1/4"	6,35	39 - 51
n. 4	4,76	34 - 45
n. 10	2,00	20 - 30
n. 40	0,42	8 - 15
n. 80	0,177	4 - 9
n. 200	0,074	2 - 5

per il passante al setaccio n. 40 l'indice di plasticità, secondo i metodi astm d 421-58, d 423-66 e d 424-59, non dovrà superare il valore 3.

i vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata dovranno essere compresi fra 12% e 17% in volume. il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra 3,5 e 4,5% riferito al peso secco totale degli inerti. esso dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:

- elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti: la stabilità marshall dell'impasto, secondo la norma c.n.r. b.u. n. 30, determinata su provini costipati con 50 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°, dovrà essere la più elevata possibile e comunque pari ad almeno 800 kg.;
- idonea visco-elasticità, cioè comportamento opportunamente equilibrato fra i due estremi della rigidità e della plasticità: lo scorrimento marshall dell'impasto, secondo la norma e nelle condizioni sopra indicate, dovrà risultare compreso fra 2 e 5 mm. ed essere orientato piuttosto in posizione intermedia fra i valori limiti o più prossima al limite inferiore od a quello superiore, in funzione

- delle caratteristiche degli strati sottostanti e delle condizioni ambientali e di traffico, secondo quanto prescritto dalla direzione lavori;
- idonea capacità portante: il rapporto fra stabilità e scorrimento marshall dovrà comunque risultare pari almeno a 250 kg/mm;
  - congruo riempimento parziale con bitume dei vuoti intergranulari della miscela degli inerti costipata: la percentuale dei vuoti riempiti con bitume, dovrà essere compresa fra 65% e 75% in volume;
  - addensamento e compattezza idonei: la "densità" (peso di volume), determinata secondo la norma v.n.r. b.u. n. 40, dei provini marshall preparati secondo la norma c.n.r. succitata, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui, determinato secondo la norma c.n.r. b.u. n. 39, che dovrà essere compreso fra 3% e 7% in volume.
  - l'impasto bituminoso dovrà inoltre presentare una sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua: la stabilità marshall, secondo la norma c.n.r. e le condizioni succitate, misurata dopo 24 ore di immersione dei provini in acqua distillata, mantenuta per tutto il periodo a 60° c, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della direzione lavori, l'impasto potrà essere ugualmente accettato purchè il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.
  - le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato stesso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:
    - la "densità" (peso di volume), determinata secondo la succitata norma c.n.r., non dovrà essere inferiore al 98% della "densità" dei provini marshall;
    - il contenuto di vuoti residui, determinato anch'esso secondo la norma c.n.r., dovrà comunque risultare compreso fra 4% e 8% in volume.

#### **d. strato di collegamento in conglomerato bituminoso semichiuso**

lo strato di collegamento è costituito da un conglomerato bituminoso semichiuso, cioè da una miscela ben graduata di pietrischetti, graniglie, sabbia e additivo minerale ("filler") impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con macchina vibrofinitrice e rullata a fondo.

tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato.

i pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere costituiti da elementi lapidei sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei: essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle "norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali" del c.n.r., fascicolo n. 4 – ediz. 1953 e successivi aggiornamenti.

l'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie, tutti provenienti da frantumazione di pietrame, ciottoli o ghiaie, che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- dimensione massima 25 mm. (valida per uno spessore finito dello strato di collegamento di almeno 4 cm.);
- forma poliedrica a spigoli vivi, comunque con appiattita, allungata o lenticolare;
- coefficiente di frantumazione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 140;
- resistenza a compressione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non inferiore a 1.200 kg/cm<sup>2</sup>;
- perdita in peso per decantazione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 1%;
- coefficiente in imbibizione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 0,008: questo valore potrà essere elevato fino a max. 0,015 purchè, nel dosaggio del legante, si tenga conto della maggior capacità di assorbimento dell'aggregato;
- materiale non idrofilo (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) con limitazione a max. 0,5% della perdita in peso dopo scuotimento;
- perdita di peso alla prova di abrasione los angeles (norma c.n.r. b.u. n. 34) non superiore al 25%.
- qualora l'aggregato grosso risulti idrofilo, esso potrà, a giudizio della direzione lavori, essere ugualmente accettato, purchè vengano adottati provvedimenti analoghi a quelli indicati in proposito all'art. 20.
- per il prelevamento dei campioni delle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, capo ii e successivi aggiornamenti.
- l'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali e/o di frantumazione, dure, vive, aspre al tatto, pulite ed esenti da polveri e da altri materiali estranei, e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:
  - perdita in peso per decantazione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 2%;
  - equivalente in sabbia (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) con limitazione a max. 0,5% della perdita in peso dopo scuotimento; la prova dovrà essere eseguita su una pezzatura 2/5 mm. della stessa natura e provenienza della sabbia in esame.

qualora l'aggregato fino risulti idrofilo, esso potrà, a giudizio della direzione lavori, essere ugualmente accettato, purchè vengano adottati provvedimenti analoghi a quelli indicati in proposito all'art. 42. per il prelievo dei campioni di aggregato fino si seguirà la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, capo ii e successivi aggiornamenti.

**e. additivo minerale ("filler")**

per i requisiti generali vedasi l'art. 42 e per quelli granulometrici in particolare la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, art. 2.

**f. legante bituminoso**

il legante dovrà essere un bitume semisolido rispondente alla norma c.n.r., fascicolo 2, 1951 e successivi aggiornamenti.

in funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovrà essere usato, a discrezione della direzione lavori, un bitume di gradazione b 80/100 o b 60/80 secondo la norma c.n.r. succitata, oppure la gradazione b 50/70 indicata negli aggiornamenti, ovvero un bitume 60/70 avente le seguenti particolari caratteristiche:

- penetrazione a 25°C: 60÷70 dmm.;
- punto di rammollimento p.a.: 48÷56°C e le altre caratteristiche corrispondenti a quelle indicate per la gradazione b 60/80 nella norma c.n.r..
- in ogni caso il bitume prescelto dovrà inoltre presentare:
- indice di penetrazione, secondo la tabella u.n.i. 4163 - ed. febbraio 1959, compreso fra -1 e +1.
- il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma c.n.r., fascicolo 2, 1951, capo ii e successivi aggiornamenti.

**g. impasto**

la miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi c.n.r. b.u. n. 23, ad andamento continuo, compresa entro i seguenti limiti (vedasi anche il fuso granulometrico corrispondente) validi per uno spessore finito dello strato di collegamento non inferiore a 4 cm.:

SETACCI ASTM	MAGLIE mm.	TOTALE PASSANTE % in peso
1"	25,4	100
3/4"	19,1	82 - 100
1/2"	12,7	65 - 80
3/8"	9,52	55 - 70
1/4"	6,35	45 - 59
n. 4	4,76	39 - 52
n. 10	2,00	25 - 35
n. 40	0,42	9 - 16
n. 80	0,177	5 - 10
n. 200	0,074	3 - 6

**h. Il passante al setaccio n. 40 dovrà risultare non plastico (determinazione dell'indice di plasticità secondo i metodi astm d 421-58, d 423-66 e d 424-59).**

i vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata dovranno essere compresi fra 13% e 18% in volume. Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra 4% e 5% riferito al peso secco totale degli inerti. Esso dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare, secondo il metodo marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali, le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:

- Elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti: la stabilità marshall dell'impasto, secondo la norma c.n.r. B.u. N. 30, determinata su provini costipati con 50 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque pari ad almeno 1.000 kg.;
- Idonea visco-elasticità, cioè comportamento opportunamente equilibrato fra i due estremi della rigidità e della plasticità: lo scorrimento marshall dell'impasto, secondo la norma e nelle condizioni sopra indicate, dovrà risultare compreso fra 2 e 4 mm. Ed essere orientato piuttosto in posizione intermedia fra i valori limiti o più prossima al limite inferiore od a quello superiore, in funzione

delle caratteristiche degli strati sottostanti e delle condizioni ambientali e di traffico secondo quanto prescritto dalla direzione lavori;

- Idonea capacità portante: il rapporto fra stabilità e scorrimento marshall dovrà comunque risultare pari almeno a 300 km/mm.;
- Congruo riempimento parziale con bitume dei vuoti intergranulari della miscela degli inerti costipata: la percentuale dei vuoti riempiti con bitume, secondo la succitata pubblicazione dello asphalt institute, appendice ii, dovrà essere compresa fra 70% ed 80% in volume;
- Addensamento e compattezza idonei: la "densità" (peso di volume), determinata secondo la norma c.n.r. B.u. N. 40, dei provini marshall, preparati secondo la norma c.n.r. Succitata, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui, determinato secondo la norma c.n.r. B.u. N. 39, che dovrà essere compreso fra 3% e 6% in volume.

L'impasto bituminoso dovrà inoltre presentare una sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua: la stabilità marshall, secondo la norma c.n.r. E le condizioni succitate, misurata dopo 24 ore di immersione dei provini in acqua distillata, mantenuta per tutto il periodo a 60°C, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale: in difetto, a discrezione della direzione lavori, l'impasto potrà essere ugualmente accettato purchè il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova. Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- La "densità" (peso di volume), determinata secondo la succitata norma c.n.r., non dovrà essere inferiore al 98% della "densità" dei provini marshall;
- Il contenuto di vuoti residui, determinato anch'esso secondo la norma c.n.r., dovrà comunque risultare compresa fra 4% e 7% in volume.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare una sufficiente scabrezza ed antistruciolevolezza; la resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "skin resistance tester" (secondo la norma astm e 303-66) su superficie pulita e bagnata, dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico e riportata alla temperatura di riferimento di 20° c, dovrà risultare non inferiore a 55 bpn "british portable (tester) number": qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 bpn.

## **2. manto di usura in conglomerato bituminoso chiuso**

Il manto di usura è costituito da un conglomerato bituminoso chiuso (calcestruzzo bituminoso) cioè da una miscela molto ben graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivo minerale ("filler") impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con macchina vibrofinitrice e rullata a fondo.

Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato. Anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio o, salvo approvazione della direzione lavori, da una miscela di sabbia di frantoio e naturale in rapporto non inferiore a 1:1.

I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere costituiti da elementi lapidei sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei: essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle "norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali" del c.n.r., fascicolo n. 4, ed. 1953 e successivi aggiornamenti.

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie, tutti provenienti da frantumazione di pietrame, ciottoli o ghiaie, che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Dimensione massima 15 mm. (valida per uno spessore finito del manto di usura di almeno 3 cm.);
- Forma poliedrica a spigoli vivi, comunque non appiattita, allungata o lenticolare;
- Coefficiente di frantumazione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 120;
- Resistenza a compressione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non inferiore a 1400 kg/cm<sup>2</sup>;
- Perdita in peso per decantazione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 1%;
- Coefficiente di imbibizione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 0,008: questo valore potrà essere elevato fino a max 0,015 purchè, nel dosaggio del legante, si tenga conto della maggior capacità di assorbimento dell'aggregata;
- Materiale non idrofilo (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) con limitazione a max. 0,5% della perdita di peso dopo scuotimento;

- Perdita di peso alla prova di abrasione los angeles (norma c.n.r. B.u. N. 34) non superiore al 20%.
- Qualora l'aggregato grosso risulti idrofilo, esso potrà, a giudizio della direzione lavori, essere ugualmente accettato, purchè vengano adottati provvedimenti analoghi a quelli indicati in proposito all'art. 42.

Per il prelevamento dei campioni delle varie pezzature di aggregato grosso si seguirà la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, capo ii e successivi aggiornamenti.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali e/o di frantumazione, molto ben graduate, dure, vive, aspre al tatto, pulite ed esenti da polvere e da altri materiali estranei, e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Perdita in peso per decantazione (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953) non superiore a 2%;
- Equivalente in sabbia (norma c.n.r. B.u. N. 27) non inferiore a 60;
- Materiale non idrofilo (norma c.n.r., fascicolo 4, 1953), con limitazione a max. 0,5% della perdita in peso dopo scuotimento: la prova dovrà essere eseguita su una pezzatura 2/5 mm. Della stessa natura e provenienza della sabbia in esame.

Qualora l'aggregato fino risulti idrofilo, esso potrà, a giudizio della direzione lavori, essere ugualmente accettato, purchè vengano adottati provvedimenti analoghi a quelli indicati in proposito all'art. 42.

Per i requisiti generali vedasi l'art. 42 e per quelli granulometrici in c.n.r., fascicolo 4, 1953, capo ii e successivi aggiornamenti.

#### a. Additivo minerale ("filler")

Per i requisiti generali vedasi l'art. 42 e per quelli granulometrici in particolare la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, art. 2.

Per il prelevamento dei campioni si seguirà la norma c.n.r., fascicolo 4, 1953, capo ii, o, per il filler asphaltico, la norma c.n.r., fascicolo 6, 1956, cap. ii.

#### b. Legante bituminoso

Il legante dovrà essere un bitume semisolido rispondente alla norma c.n.r., fascicolo 2, 1951 e successivi aggiornamenti.

In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovrà essere usato, a discrezione della direzione lavori, un bitume di gradazione b 80/100 o b 60/80 secondo la norma c.n.r. Succitata, oppure la gradazione b 50/70 indicata negli aggiornamenti, ovvero un bitume 60/70 avente le seguenti particolari caratteristiche:

- Penetrazione a 25°C: 60÷70 dmm.;
- Punto di rammollimento p.a.: 48÷56°C e le altre caratteristiche corrispondenti a quelle indicate per la gradazione b 60/80 nella norma c.n.r..

In ogni caso il bitume prescelto dovrà inoltre presentare:

- Indice di penetrazione, secondo la tabella u.n.i. 4163 - ed. Febbraio 1959, compreso fra -1 e +1.

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma c.n.r., fascicolo 2, 1951, capo ii e successivi aggiornamenti.

#### c. Impasto

La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi c.n.r. B.u. N. 23, ad andamento continuo, compresa entro i seguenti limiti (vedasi anche il fuso granulometrico corrispondente) validi per uno spessore finito dello strato di collegamento non inferiore a 3 cm.:

SETACCI ASTM	MAGLIE mm.	TOTALE PASSANTE % in peso
1/2"	12,7	100
1/8"	9,52	82 - 100
1/4"	6,35	66 - 82
n. 4	4,76	58 - 72
n. 10	2,00	40 - 50
n. 40	0,42	17 - 25
n. 80	0,177	10 - 16
n. 200	0,074	6 - 9

Il passante al setaccio n. 40 dovrà risultare assolutamente non plastico (determinazione dell'indice di plasticità, secondo i metodi astm d 421-58, d 423-66 e d 424-59).

I vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata dovranno essere compresi fra 15% e 20% in volume.

Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra 5,5% e 6,5% riferito al peso secco totale degli inerti. Esso dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare, secondo il metodo marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali, di cui alla succitata pubblicazione dello asphalt institute, le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:

- Elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni premanenti: la stabilità marshall dell'impasto, secondo la norma c.n.r. B.u. N. 30, determinata su provini costipati con 75 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque pari ad almeno 1200 kg.;
- Idonea visco-elasticità, cioè comportamento opportunamente equilibrato fra i due estremi della rigidità e della plasticità: lo scorrimento marshall dell'impasto, secondo la norma e nelle condizioni sopra indicate, dovrà risultare compreso fra 2 e 4 mm. Ed essere orientato piuttosto in posizione intermedia fra i valori limiti o più prossima al limite inferiore od a quello superiore, in funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti e delle condizioni ambientali e del traffico, secondo quanto prescritto dalla direzione lavori;
- Idonea capacità portante: il rapporto fra stabilità e scorrimento marshall dovrà comunque risultare pari almeno a 350 kg/mm.;
- Congruo riempimento parziale con bitume dei vuoti intergranulari della miscela degli inerti costipata: la percentuale dei vuoti riempiti con bitume dovrà essere compresa fra 75% e 82% in volume;
- Addensamento e compattezza idonei: la "densità" (peso in volume), determinata secondo la norma c.n.r. B.u. N. 40, dei provini marshall, preparati secondo la norma c.n.r. Succitata, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto dei vuoti residui, determinato secondo la norma c.n.r. B.u. N. 39, che dovrà essere compreso fra 3% e 5% in volume.

L'impasto bituminoso dovrà inoltre presentare una sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua: la stabilità marshall, secondo la norma c.n.r. E le condizioni succitate, misurata dopo 24 ore di immersione dei provini in acqua distillata, mantenuta per il tutto il periodo a 60°C, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della direzione lavori, l'impasto potrà essere ugualmente accettato purchè il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.

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

- La "densità" (peso di volume), determinata secondo la succitata norma c.n.r., non dovrà essere inferiore al 98% della "densità" dei provini marshall;
- Il contenuto di vuoti residui, determinato anch'esso secondo la norma c.n.r., dovrà comunque risultare compresa fra 4% e 6% in volume.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura dovrà presentare elevate caratteristiche di scabrezza ed antistruciolevolezza che, in funzione delle caratteristiche degli aggregati adoperati e segnatamente dalla resistenza all'usura ed all'abrasione (art. 3/b), dovranno mantenersi tali il più a lungo possibile sotto traffico: la resistenza di attrito radente misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "skin resistance tester" (secondo la norma astm e 303-66) su superficie pulita e bagnata, espressa in bpn "british portable (tester) number" e riportata alla temperatura di riferimento di 20°C, dovrà risultare:

- Inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, non inferiore a 65 bpn;
- Dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 bpn.

### **Riepilogo e confronto delle prescrizioni relative ai vari strati della pavimentazione bituminosa**

Nella seguente tabella riepilogativa sono riportati e messi a confronto i requisiti tecnici dei diversi strati costituenti la pavimentazione bituminosa, con le loro composizioni e caratteristiche e con la designazione delle relative norme di accettazione e dei metodi di prova.

QUADRO GENERALE PRESCRIZIONI CAPITOLATO PAVIMENTAZIONE BITUMINOSA	REQUISITI E METODI DI PROVA	STRATO DI BASE (misto bitumato)	STRATO DI COLLEGAMEN TO (congl. bitumato semichiuso)	MANTO DI USURA (congl. bitum. chiuso)
<u>Materiali inerti:</u> - pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie, additivi minerali - ghiaia, ghiaietti	CNR Fasc. 4 - 1953 UNI Tab 2710 - 1945	x x	x --	x --
<u>Aggregato grosso:</u> - dimensione massima - mm. - coefficiente di frantumazione - resistenza a compressione, kg/cm <sup>2</sup> - perdita per decantazione, % peso - coefficiente di imbibizione - idrofilia, % peso - resistenza all'abrasione (Los Angeles) % peso	CNR Fasc. 4 Art. 19 CNR Fasc. 4 Art. 22 CNR Fasc. 4 Art. 20 CNR Fasc. 4 Art. 14 CNR Fasc. 4 Art. 21 CNR B.U. n. 34	40 (b) max. 160 min. 1000 max 1 max 0,015 max 0,7 (d) max 30	25 (b) max. 140 min. 1200 max 1 max 0,008 © max 0,5 (d) max 25	15 (b) max. 120 min 1400 max 1 max 0,008 © max 0,5 (d) max 20
<u>Aggregato fino:</u> - perdita per decantazione, % peso - idrofilia, % peso - equivalente in sabbia	CNR Fasc. 4 Art. 20 CNR Fasc. 4 Art. 21 CNR B.U. n. 27	max 2 max 0,7 (e) min 40	max 2 max 0,5 (e) min 50	max 2 max 0,5 (e) min 60
<u>Additivo minerale ("filler"):</u> - requisiti generali - requisiti granulometrici - natura basica (calcareo)	Cap.to Art. 20 CNR fasc. 4 Art. 2 Capitolato	x x Art. 20	x x Art. 20	x x Art. 20
<u>Miscela degli inerti:</u> granulometria continua, compresa nel fuso - totale passante setaccio 1 1/2", % peso - totale passante setaccio 1 1/4", % peso - totale passante setaccio 1", % peso - totale passante setaccio 3/4", % peso - totale passante setaccio 1/2", % peso - totale passante setaccio 3/8", % peso	CNR B.U. n. 23 -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --	100 88 - 100 80 - 82 67 - 80 55 - 68 48 - 60 39 - 51 34 - 45 20 - 30 8- 15 4 - 9 2 - 5	-- -- 100 82 - 100 65 - 80 45 - 59 39 - 52 25 - 35 9 - 16 5 - 10 3 - 6	-- -- -- 100 82 - 100 66 - 82 58 - 72 40 - 50 17 - 25 10 - 16 6 - 9

- totale passante setaccio 1/4", % peso - totale passante setaccio n. 4, % peso - totale passante setaccio n. 10, % peso - totale passante setaccio n. 40, % peso - totale passante setaccio n. 80, % peso - totale passante setaccio n. 200, % peso	ASTM D 421-58 ASTM D 423-68 (f) ASTM D 424-59 ALMS 2-1956 Appendice II (g)	max 3	non plastico	non plastico
Indice di plasticità del passante al n. 40				
Vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata, % volume		12 - 17	13 - 18	15 - 20
<u>Leganti bituminosi:</u> - tipo e caratteristiche generali	CNR Fasc.2-1951 (a) Capitolato	B 80/100 o B 60/80 o B 50/70 o B 60/70 (Art. 20) (h) - 1 ÷ + 1	B 80/100 o B 60/80 o B 50/70 o B 60/70 (Art. 20) (h) - 1 ÷ + 1	B 80/100 o B 60/80 o B 50/70 o B 60/70 (Art. 20) (h) - 1 ÷ + 1
indice di penetrazione	UNI Tab. 4163-1959			

QUADRO GENERALE PRESCRIZIONI CAPITOLATO PAVIMENTAZIONE BITUMINOSA	REQUISITI E METODI DI PROVA	STRATO DI BASE (misto bitumato)	STRATO DI COLLEGAMEN TO (congl. bitumato semichiuso)	MANTO DI USURA (congl. bitum. chiuso)
<u>Impasti bituminosi</u> Composizione: - miscela degli inerti, parti in peso - bitume, % in peso sugli inerti	CNR B.U. n. 38	100 3,5 ÷ 4,5 (i)	100 4 ÷ 5 (i)	100 5,5 ÷ 6,5 (i)
Caratteristiche: - compattazione provini Marshall, colpi - stabilità Marshall (S), kg. - scorrimento Marshall (s), mm. - capacità portante S/s, kg/mm. - stabilità Marshall dopo 24 ore di immersione in acqua distillata a 60° C., % del valore originale - vuoti intergranulari riempiti con bitume, % volume - vuoti residui Marshall, % volume - densità (peso di volume) in opera, a termine	CNR B.U. n. 30 Capitolato CNR B.U. n. 30 AIMS-2 1956 Appendice II (n) CNR B.U. n. 39 (n) CNR B.U. n. 40 (n)	50 + 50 min. 800 2 ÷ 5 (l) min. 250 (Art. 20) min. 75 (m) 65 ÷ 75 3 ÷ 7 min. 88 4 ÷ 8	50 + 50 min. 1000 2 ÷ 4 (l) min. 250 (Art. 20) min. 75 (m) 70 ÷ 80 3 ÷ 6 min. 98 4 ÷ 7	50 + 50 min. 1200 2 ÷ 4 (l) min. 250 (Art. 20) min. 75 (m) 75 ÷ 82 3 ÷ 5 min. 98 4 ÷ 6

rullatura, % della densità Marshall - vuoti residui in opera al termine della rullatura, % volume - resistenza di attrito radente iniziale, dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, riportata alla temperatura di riferimento di 20° C - BPN "British Portable (Tester) Number" - resistenza di attrito radente dopo 1 anno BPN	CNR B.U. n. 39 (n)  ASTM E 303-66 ASSTM E 303-66	--- ---	min. 55 (o) min. 45 (o)	min. 65 min. 55
--	--	------------	----------------------------	--------------------

## Legenda

- (a) E successivi aggiornamenti (ved. Appendice)
- (b) Questi valori sono in relazione allo spessore finito dello strato e sono validi per strati di base, strati di collegamento e manti di usura aventi spessore finito non inferiore rispettivamente a cm. 7 - 4 - 3.
- (c) Questo valore può essere elevato fino a max. 0,015 purchè, nel dosaggio del legante, si tenga conto della maggiore capacità di assorbimento degli aggregati.
- (d) Qualora questi valori vengano superati, l'aggregato potrà essere ugualmente accettato, a giudizio della D.L. purchè additivando il legante con il dope di adesione, l'aggregato bitumato fornisca alla prova di rivestimento e spogliamento ASTM D 1664 un risultato classificabile come superiore al 95%.
- (e) La prova va eseguita su una pezzatura 2/5 mm. della stessa natura e provenienza della sabbia in esame. Qualora, così operando, i valori limiti risultino superati, si ripete quanto indicato in (d).
- (f) Vedasi anche le norme CNR - UNI relative alle prove sulle terre.
- (g) Vedasi anche il "calcestruzzo bituminoso". Vuoti nella miscela degli aggregati secchi compattata, Shell Italiana.
- (h) A discrezione della D.L. in relazione alle caratteristiche degli strati sottostanti ed alle condizioni di traffico, ambientali e stagionali.
- (i) Entro questi limiti, la percentuale effettiva di bitume deve essere quella - determinata con il metodo Marshall di progettazione. The Asphalt Institute - "Mix Design Methods for Hot-mix Asphalt Paving", MS-2, 1956 (vedasi anche "il calcestruzzo bituminoso" - il metodo Marshall) - necessaria per ottimizzare le varie caratteristiche dell'impasto, entro i limiti prescritti per ciascuna di esse.
- (l) In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti e delle condizioni ambientali e di traffico, lo scorrimento Marshall deve essere orientato piuttosto in posizione intermedia fra i valori limiti indicati, ovvero più prossima al limite inferiore (impasto più rigido) od a quello superiore (impasto meno rigido), secondo quanto prescritto dalla D.L.
- (m) Qualora questi valori non vengano raggiunti, l'impasto potrà essere ugualmente accettato, a giudizio della D.L., purchè il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.
- (n) Vedasi anche "il calcestruzzo bituminoso", Il metodo Marshall - V.F.B. (vuoti riempiti con bitume) e V.I.M. (vuoti residui); C.D.M. (densità).
- (o) Prescrizioni vigenti solo nel caso che lo strato di collegamento sia sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura

### 3. trattamento con conglomerato bituminoso aperto per strato antirichiamo lesioni

La composizione per il conglomerato bituminoso aperto per la formazione di uno strato "antirichiamo lesioni" da realizzare sempre con inerti frantumati e con bitumi del tipo 40/50, può essere scelta fra i tre tipi indicati nella tabella seguente. In via orientativa e fatte salve diverse o più precise indicazioni della d.l. Sono da utilizzare i tipi contraddistinti con le lettere a o b per interventi su pavimentazioni cementizie ed in presenza di elevate dilatazioni tecniche, mentre su vecchie pavimentazioni bituminose e su calcestruzzi meno espansivi si potrà adottare il tipo c.

CONGLOMERATO BITUMINOSO APERTO PER STRATO ANTIRICHIAMO LESIONI				A	B	C
<u>Granulometria:</u>						
- tot. pass. setaccio	3"	(76 mm.)		100	==	==
- " " "	2 1/2"	(64 mm.)		95 - 100	100	==
- " " "	2"	(50 mm.)		==	==	100
- " " "	1 1/2"	(38,1 mm.)		30 - 70	35 - 70	75 - 90
- " " "	3/4"	(19 mm.)		3 - 20	5 - 20	50 - 70
- " " "	3/8"	(9,52 mm.)		0 - 5	==	==
- " " "	n. 4	(4,75 mm.)		==	==	8 - 20
- " " "	n. 8	(2,36 mm.)		==	0 - 5	==
- " " "	n. 100	(0,150 mm.)		==	==	0 - 5
- " " "	n. 200	(0,075 mm.)		==	0 - 3	0 - 3
- contenuto di bitume (in genere 40/50)	%			1,5 - 2,5	2 - 3	2,5 - 3,5

#### Controllo dei Requisiti di Accettazione

L'appaltatore dovrà far eseguire presso un laboratorio ufficiale le necessarie prove sperimentali sui campioni degli inerti e del legante, per la relativa accettazione; dovrà inoltre precisare la formulazione degli impasti bituminosi che intende impiegare, comprovando con certificati di laboratorio la rispondenza della composizione e delle caratteristiche degli impasti rispetto alle prescrizioni di capitolato e, in particolare, i risultati dello studio di ottimizzazione di ciascun impasto effettuato variando il tipo di additivo minerale, da scegliere, su proposta dell'appaltatore e salvo approvazione della direzione lavori, fra quelli prescritti in capitolato, e, per ogni tipo, variando la percentuale di bitume entro i limiti di capitolato e secondo le modalità indicate nel metodo marshall di progettazione degli impasti.

La direzione lavori si riserva di approvare la composizione ed i risultati della caratterizzazione esibiti, ovvero di richiedere la variazione di alcuni elementi e/o l'esecuzione di nuove prove di laboratorio. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati bituminosi in opera.

Una volta approvata la composizione proposta, l'appaltatore dovrà attenersi rigorosamente. Non saranno ammesse variazioni occasionali maggiori di  $\pm 1$  sulla percentuale di additivo minerale (filler), rispetto ai lavori rispettivamente definitivi dalla granulometria approvata. Per il contenuto di bitume non saranno ammessi scostamenti occasionali maggiori di  $\pm 0,3$  rispetto alla percentuale in peso stabilita.

#### Modalità Esecutive dei Trattamenti con Conglomerati Bituminosi

##### a) PREPARAZIONE DEGLI IMPASTI

Gli impasti dovranno essere preparati in un idoneo impianto di mescolamento a caldo, di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro ed ai previsti tempi di esecuzione, preventivamente approvato dalla direzione lavori.

L'impianto di mescolamento dovrà essere munito di idonee tramogge predosatrici, atte ad alimentare il cilindro essicatore con le diverse pezzature di aggregati in modo continuo ed uniforme secondo le proporzioni definitive dalla composizione approvata.

L'impianto dovrà inoltre assicurare:

- la perfetta essiccazione degli aggregati ed il loro riscaldamento alla temperatura d'impasto;
- la separazione della polvere degli aggregati, che potrà essere reimpiegata nella miscela solo se approvato dalla direzione lavori;
- la limitazione dell'emissione di polvere e/o fumi nell'atmosfera, secondo le leggi ed i regolamenti antinquinamento;
- la riclassificazione degli aggregati mediante vagli vibranti o ruotanti;

- il corretto dosaggio a peso delle varie pezzature di aggregati riclassificati;
- lo stoccaggio dell'additivo minerale (filler), la sua uniforme alimentazione ed il suo corretto dosaggio a peso;
- lo stoccaggio del bitume in quantità adeguata alla capacità di produzione dell'impianto, il suo riscaldamento alla temperatura d'impasto ed il suo corretto dosaggio in proporzione al dosaggio complessivo degli inerti;
- il mescolamento completo ed uniforme degli inerti con il legante.
- l'impianto di mescolamento dovrà essere inoltre munito di termometri collegati all'uscita del cilindro essicatore ed alle tramogge a caldo.

La cisterna del bitume dovrà essere munita di sistema di riscaldamento, di tipo adatto ad evitare surriscaldamenti locali, nonché il termostato e termometro.

I Sistemi di dosaggio, i termometri ed il succitato termostato dovranno essere verificati di frequente, in modo che sia sempre assicurato il loro corretto funzionamento.

Le temperature di impasto, salvo diversa indicazione della direzione lavori, dovranno essere normalmente le seguenti:

IMPASTI CON BITUME		80/100	60/80	60/70 o 50/70
Temperatura del legante bituminoso	C°	150 - 160	155 - 165	160 - 170
Temperatura dell'aggregato grosso e fino	C°	145 - 155	150 - 160	155 - 165
Temperatura dell'additivo minerale (filler)		ambiente (*)	ambiente (*)	ambiente (*)
(*) L'additivo minerale deve però essere asciutto.				

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

#### b) TRASPORTO DEGLI IMPASTI

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in clima freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

Per impedire l'adesione dell'impasto al fondo ed alle pareti del cassone, questi potranno essere umettati con olio o gasolio, avendo però cura di asportare ogni eccesso di tali materiali onde evitare l'inquinamento dell'impasto.

#### c) STESA DEGLI IMPASTI

Prima di procedere alla stesa degli impasti, si dovrà effettuare, mediante getti d'acqua e/o aria compressa, un'accurata pulizia del piano di posa.

Sulla superficie pulita ed asciutta si dovrà applicare una leggera mano di ancoraggio mediante spruzzatura di emulsione bituminosa a rapida rottura, di tipo anionico ("basica") o cationico ("acida") a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, dosata in ragione di 0,5÷1 kg/m<sup>2</sup>, secondo le indicazioni della direzione lavori.

La stesa dell'impasto, che dovrà essere iniziata non appena l'emulsione bituminosa si sarà "rotta", dovrà essere eseguita con macchine vibrofinitrici di tipo approvato dalla direzione lavori, in perfette condizioni d'uso.

Tali macchine dovranno essere di tipo "gemellato" o, se di tipo normale, dovranno avanzare affiancate oppure sfalsate ma vicine, in modo da effettuare la stesa su tutta la larghezza della carreggiata evitando la formazione di "giunti freddi" longitudinali.

Ove ciò non sia possibile, si potrà procedere alla stesa con una sola vibrofinitrice normale, provvedendo però contemporaneamente a riscaldare (con apposita apparecchiatura a raggi infrarossi "replaster") il bordo della striscia adiacente già stesa, e curando particolarmente il costipamento e la sigillatura del giunto longitudinale fra le due strisce.

Tale giunto longitudinale non dovrà comunque trovarsi in corrispondenza con quello dello strato sottostante o soprastante, ma dovrà essere sfalsato di almeno 20 cm..

In ogni caso la vibrofinitrice dovrà essere munita di un'apparecchiatura (meccanica od ottica, elettronica, laser, ecc.) Di livellamento idonea ad assicurare che la stesa dell'impasto venga eseguita in modo tale che la superficie finale dello strato risulti perfettamente sagomata e conforme ai profili ed alle pendenze stabiliti dal progetto.

I bordi o margini laterali dei tappeti e del tout-venant dovranno risultare a linea regolare e senza sfrangiature.

La stesa dell'impasto non dovrà essere eseguita quando le condizioni metereologiche (a giudizio della direzione lavori) siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro, quando il piano di posa si presenti comunque sporco e/o bagnato e quando la temperatura ambiente sia inferiore a 5°C.

La temperatura dell'impasto bituminoso al momento della stesa non dovrà essere inferiore ai seguenti limiti:

IMPASTI CON BITUME	80/100	60/80	60/70 o 50/70
Temperatura del di stesa, minima C°	130	135	140

Per i tappeti ed il tout-venant, il prezzo per la fornitura e stesa del materiale è comprensivo dell'onere per la formazione dei raccordi alle caditoie di fognatura agli accessi carrai e pedonali degli edifici stessi nonché per la formazione dei piani in sede delle cunette raccordate alle caditoie ed agli altri scarichi stradali.

#### d) RULLATURA DEGLI IMPASTI

Il costipamento dell'impasto steso sarà effettuato con rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o con rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero dei rulli, proposti dall'appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla direzione lavori.

In ogni caso il sistema di rullatura prescelto dovrà essere tale da assicurare il prescritto addensamento in tutto lo spessore dello strato, nonché l'adeguata finitura e sagomatura della sua superficie.

L'operazione di rullatura dovrà essere iniziata alla più alta temperatura possibile dell'impasto stesso, cioè il primo rullo dovrà seguire la finitrice il più dappresso possibile, evitando però ogni indebito scorrimento dell'impasto sotto le ruote del rullo.

Allo stesso scopo di comprimere l'impasto senza spostarlo, i rulli dovranno essere orientati in modo da rivolgere motrici verso la finitrice.

Inizialmente si procederà a costipare il giunto longitudinale con la striscia precedentemente stesa; si passerà quindi a rullare l'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradatamente verso il centro e tornando infine sul giunto longitudinale.

Questa operazione andrà ripetuta per ciascun rullo adoperato finché l'impasto non mostra più alcun addensamento al passaggio del rullo; per contro l'operazione dovrà essere interrotta se si manifesta una tendenza al dislocamento dell'impasto per temperatura troppo alta o alla fessurazione per temperatura troppo bassa.

Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Ogni passaggio del rullo dovrà essere sovrapposto per circa metà larghezza al passaggio precedente e le inversioni di marcia, in prossimità della finitrice, dovranno essere tutte sfalsate fra loro; gli spostamenti trasversali del rullo da un passaggio all'altro dovranno essere effettuati diagonalmente ad una sufficiente distanza dalla finitrice.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato ancora caldo.

A costipamento ultimato, la "densità" (peso di volume) di ciascuno strato non dovrà essere inferiore al 98% della "densità" dei rispettivi provini marshall di riferimento; il contenuto di vuoti residui dell'impasto in opera dovrà risultare compreso entro i limiti prescritti per ciascuno strato.

Le superfici finite dei diversi strati dovranno presentare le quote previste dal progetto ed essere esenti da ondulazioni od avvallamenti. Non saranno ammessi scostamenti dalle quote o dalla sagoma di progetto superiori ai seguenti valori limiti:

SCOSTAMENTI	STRATO DI			
	BASE	COLLEGAMENTO	USURA	
- dalle quote di progetto, max	mm.	± 10	± 7	± 5
- dalla sagoma di progetto, misurati con regolo da 3 metri, max	mm.	± 8	± 5	± 3

Il controllo degli spessori sarà effettuato almeno ogni 5.000 m<sup>2</sup> per ciascun strato. Eventuali spessori minori di quelli stabiliti saranno recuperati, se rientranti nelle tolleranze di cui sopra e salvo approvazione della direzione lavori, con maggiori spessori degli strati sovrastanti, comunque lo spessore soffice del materiale dovrà avere corrispondenza con la cubatura del materiale stesso impiegato sull'intera superficie.

Sulla superficie finita dello strato di collegamento (nei casi previsti dal capitolato) e del manto di usura, a distanze stabilite dalla direzione lavori, dovrà essere ugualmente verificata la resistenza di attrito radente (antisdruciolevolezza) con l'apparecchio e le modalità prescritti in capitolato.

### Controllo della Produzione e della Posa in Opera degli Impasti Bituminosi

A cura e spese della ditta appaltatrice la direzione lavori, potrà richiedere e/o effettuare presso un laboratorio prove materiali, ufficialmente riconosciuto le seguenti prove con frequenze a propria discrezione:

- Verifica della granulometria delle varie pezzature di aggregati compionate sia dagli autocarri in fornitura o dai cumuli stoccati a piazzale, sia dai predosatori o dalle tramogge a caldo dell'impianto di mescolamento;
- Verifica delle principali caratteristiche (penetrazione, punto di rammollimento p.a.) Del legante bituminoso campionato dalle autobotti in fornitura o dalla cisterna di stoccaggio dell'impianto;
- Verifica della composizione dell'impasto bituminoso campionato all'uscita del mescolatore o alla stesa: "estrazione" e determinazione del contenuto di legante, secondo la norma c.n.r. Boll. Uff. N. 38; analisi granulometrica della miscela degli inerti estratta;
- Verifica della stabilità e dello scorrimento marshall dell'impasto campionato come sopra e costipato in laboratorio;
- Verifica della "densità" (peso di volume) e del contenuto di vuoti residui dell'impasto campionato come sopra e costipato in laboratorio (provini marshall);
- Verifica della composizione di tasselli o carote prelevati dallo strato finito ("estrazione", ecc.);
- Verifica della "densità" e del contenuto di vuoti residui di tasselli o carote indisturbati prelevati dallo strato finito;
- Verifica della resistenza di attrito radente sulla superficie degli strati finiti (ove prescritto).

### Articolo 50 - Misurazioni

I lavori andranno liquidati in base a quanto definito negli elaborati progettuali anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà debito conto nella contabilizzazione.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nelle varie voci del progetto.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione Lavori con sufficiente preavviso.

## **Movimenti di terra**

Tutti gli scavi verranno di norma contabilizzati come scavi di sbancamento; verranno valutati come scavi a sezione obbligata solamente: gli scavi per far luogo alle strutture di fondazione; gli scavi per posa di tubazioni e simili; gli scavi per formazione di pozzetti, ecc. La misura degli scavi, sia di sbancamento che a sezione obbligata, si farà geometricamente senza tener conto delle scarpate. Tutti gli scavi a sezione obbligata si misureranno in base alla effettiva sezione. La contabilizzazione degli scavi generali di sbancamento si farà per differenze quote di rilievo a terreno originale e a terreno sbancato secondo le quote di progetto. Nel prezzo degli scavi sia di sbancamento che a sezione obbligata si intendono compresi e compensati gli oneri per taglio di arbusti, radici e ceppaie e per la spaccatura di massi e trovanti; per lo spianamento del fondo e per la regolarizzazione delle pareti; per la formazione di rampe di accesso, per l'esecuzione di impalcature e costruzioni provvisorie occorrenti alla esecuzione degli scavi, al trasporto delle materie di scavo; per il trasporto dei materiali dalla zona di scavo al luogo di carico, per il carico sul mezzo di trasporto e per il trasporto alle pubbliche discariche o al luogo di deposito nell'ambito di cantiere.