



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Mims

Ministero delle infrastrutture
e della mobilità sostenibili



consac gestioni idriche spa

PIANO NAZIONALE PER LA RIPRESA E RESILIENZA

Missione 2 Componente C4 Misura 4 Investimento 4.1

Allegato 2 – Risorse fino al 2026 su legislazione vigente da programmare Piano Nazionale settore idrico – sezione “Invasi” e sezione “Acquedotti”

Risorse da sezione “invasi” - Appennino Meridionale - Regione Campania

Codice intervento	PNRR-M2C4-I4.1-A2-40
Soggetto attuatore	Consac gestioni idriche spa
Titolo intervento	Intervento di sostituzione dell’adduttrice Faraone – II e III lotto
CUP	F67H21007460001

Stralcio – Faraone II lotto

CAP.01	Disciplinare descrittivo e prestazionale: opere, tubazioni e pezzi speciali
---------------	--

Il Direttore Generale

Ing. Maurizio Desiderio

II R.U.P.

Ing. Rossella Femiano



CAPITOLO I SPECIFICAZIONI DI CARATTERE GENERALE IN MERITO AGLI ONERI ED OBBLIGHI DELL'IMPRESA ED ALLA METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELL'OPERA

1.1. SONDAGGI E RILIEVI

Nell'ambito della identificazione di dettaglio delle lavorazioni e dei materiali è compito dell'impresa, contenuto nell'offerta economica esposta, eseguire entro il tempo stabilito dal presente capitolato dalla consegna del cantiere tutti i tracciamenti, sondaggi verifiche e rilievi necessari nella predisposizione dei costruttivi ed alla identificazione di tutti gli elementi peculiari del cantiere e dell'opera in ragione delle preesistenze, delle configurazioni geologiche e idrogeologiche, delle richieste di autorizzazioni e della ubicazione e caratteristica dei sottoservizi e degli allacciamenti. In particolare, sarà cura e onere dell'impresa la predisposizione delle pratiche autorizzative all'occupazione del suolo pubblico, alla eventuale chiusura di strade e passaggi.

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a proprie cure e spese, tutte le indagini ed i rilievi che la Direzione Lavori riterrà necessari od opportuni al fine di determinare la natura e le caratteristiche delle zone di intervento esistenti, nonché la presenza di eventuali sottofondi non idonei

Sono, pertanto, compito dell'impresa, e contenuto nell'offerta economica esposta, i sondaggi e i rilievi puntuali e precisi con restituzione grafica nella scala da 1:100 a 1:500 in ragione dell'oggetto da valutare e comunque ad insindacabile giudizio della D.L., di tutti i manufatti, degli impianti dei collegamenti e degli allacciamenti, dei materiali che li costituiscono, delle loro caratteristiche tecniche, della situazione geologica ed idrogeologica con particolare precisione nei punti di intersezione con le opere da realizzare e di tutti gli elementi che interferiscono direttamente ed indirettamente con l'opera oggetto di appalto.

Prima di procedere ai sondaggi, verifiche, l'Appaltante dovrà rassegnare alla D.L., per la sua approvazione, un programma dettagliato di tale attività con l'indicazione delle misure di sicurezza adottate, dal personale e dei mezzi utilizzati e delle interferenze con l'eventuale presenza di attività, nell'area oggetto di sondaggio e rilievo in aree limitrofe o comunque interferenti.

In sede di approvazione di tale programma, la D.L. potrà richiedere ulteriori e più dettagliate verifiche, sondaggi e rilievi senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie.

A titolo prettamente esemplificativo e non esaustivo è onere dell'Appaltatore eseguire i seguenti sondaggi e rilievi:

- identificazione dell'area dei capisaldi;
- identificazione di tutti i sottoservizi esistenti con l'ausilio delle società erogatrici dei servizi e dove necessario di scavi nella misura idonea alla completa identificazione dei cavi, canali, condotti e manufatti interrati, compreso il ripristino dei manti, cordoli e quanto altro danneggiato nei sondaggi;
- esecuzione di scavi di sondaggio idonei ad identificare la quota della falda idrica e la natura dei terreni oggetto di intervento;
- rilievo, con ricerca sul campo e scavi dalla posizione degli allacciamenti esistenti;
- sondaggi per la valutazione della consistenza, rilievi fotografici e grafici dei manufatti quali recinzioni, murature e pareti in genere che potrebbero risultare danneggiati nella esecuzione degli scavi o nei cedimenti indotti ai terreni limitrofi allo scavo;
- individuazione di tutti gli allacciamenti da realizzare.

1.2. PREDISPOSIZIONE DEL CANTIERE

Successivamente alla consegna dell'area ed alla individuazione degli interventi l'Appaltatore dovrà provvedere a recintare l'area fissa di cantiere. La recinzione sarà eseguita con pannelli di rete prefabbricata.

Tale recinzione, alta m. 3, sarà fermamente ancorata al terreno con montanti infissi o posti su plinti.

Il portone di accesso al cantiere, realizzati in materiale analogo alla recinzione, dovrà essere robusti e collocati nelle posizioni concordate con la Direzione Lavori, all'atto della consegna dell'area. L'area di cantiere così recintata dovrà essere custodita a cura e spese dell'Appaltatore e per essa valgono le norme proprie delle aree di lavoro.

Con la formazione del cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore dovrà essere predisposta una baracca di dimensioni non inferiori a 15 mq., arredata con un tavolo ed una scrivania, sei sedie, un armadio, un attaccapanni e un porta ombrello. Tale baracca da destinare alla Direzione Lavori ed alla quale devono essere consegnate le chiavi dovrà essere dotata di impianto di riscaldamento invernale, di climatizzazione estiva, di telefono, di fax e di una stazione informatica con stampante in A4. La baracca dovrà essere mantenuta pulita a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutto il materiale utilizzato alla fine del cantiere dovrà essere rimosso e resterà all'Impresa.

Nel caso il cantiere fosse ubicato in luogo pubblico frequentato anche durante i lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla predisposizione di tutti i passaggi pedonabili o carrabili necessari.

Tali passaggi dovranno rispettare le normative antinfortunistiche vigenti ed essere corredati di opportune segnalazioni luminose e visive al fine di permettere la frequentazione pubblica in assoluta sicurezza.

1.3. TRACCIAMENTI

L'Appaltatore sarà ritenuto il solo ed unico responsabile dei vari tracciamenti delle opere oggetto dell'appalto.

Prima di dare inizio ai tracciamenti, l'Appaltatore dovrà verificare l'esattezza dei punti fissi, delle quote e degli allineamenti riferiti al progetto.

Facendo riferimento ai capisaldi fissati durante la consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà effettuare il tracciamento delle opere fissandone i vertici e gli allineamenti, lo stato di fatto al contorno e nelle aree di intervento e riportando il tutto su elaborati grafici e un cd in autocad. Il tutto dovrà essere consegnato alla D.L.. Durante l'esecuzione delle opere, l'appaltatore dovrà procedere ai tracciamenti altimetrici partendo da quote di riferimento fissate in modo ben visibile ed indelebile lungo tutto il percorso di intervento.

1.4. ACCERTAMENTI SUI MATERIALI E PROVE DI LABORATORIO

In ottemperanza al disposto del D.M. 145/2000 art. 15 comma 7/8, si precisa che gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificatamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono unicamente quelli relativi ai disposti della L. 1086/71. Le restanti prove, sono disposte dalla D.L. o dal collaudatore a loro insindacabile giudizio e sono a totale carico dell'impresa.

1.5. METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Con la partecipazione alla gara e la conseguente dichiarazione di aver preso visione degli elaborati di progetto e della realtà dei luoghi di esecuzione, l'Impresa concorda sulla correttezza del progetto e, se non subentrano fatti nuovi o imprevisti che comunque debbono essere segnalati alla D.L. ed essere formalizzati con riserva sul registro di contabilità si assume tutte le responsabilità in merito alla corretta esecuzione dell'opera, alla sua funzionalità ed al suo funzionamento finale.

Al fine, comunque, di meglio precisare la funzionalità e la esecuzione a perfetta regola d'arte dell'opera in oggetto, l'Impresa, con la scorta degli elaborati forniti dalla D.L., nel giorno medesimo della consegna del cantiere e dell'inizio dei lavori dovrà procedere a tutti gli accertamenti, controlli, verifiche di congruità e dimensionali, accertamenti sulle possibili quote di progetto, controllo della falda dell'acqua, e nella caratteristiche del sottosuolo, richiesta di permessi e controlli sulla interferenza con gli altri servizi e richieste di accesso e occupazione delle aree private.

In particolare, si precisa che nel tempo utile per l'esecuzione dei lavori sono compresi tutti i tempi richiesti dalle operazioni preliminari di quanto sopra.

L'articolazione delle fasi preparatorie alla esecuzione dei lavori medesimi sarà come di seguito specificato:

- a) l'individuazione precisa delle finalità dell'opera e dei punti in cui si dovranno realizzare i manufatti, la verifica dei tracciati, dei profili longitudinali e la verifica economica, l'accertamento di eventuali interferenze con altri servizi, la predisposizione delle richieste dei permessi necessari, complete di relazione ed elaborati grafici, agli enti interessati, richiesti di accesso e occupazione delle aree private;
- b) sondaggi con escavatore o altro mezzo per la verifica delle quote della falda idrica e per la ricerca di tutti gli eventuali servizi sotterranei e per la definitiva verifica delle caratteristiche geologiche del sottosuolo dell'area interessata all'opera;
- c) realizzazione di un picchettamento completo dell'area con la segnalazione di tutte le opere da costruire per la successiva approvazione da parte della D.L.;

1.6. NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI NEI RIGUARDI DELLA VIABILITA' E DELLA CONSERVAZIONE DELLE PIANTE

I lavori dovranno condursi in modo che non sia impedito il transito dei pedoni, e degli altri veicoli.

Solamente in casi eccezionali e ad esclusivo giudizio della D.L. potrà concedersi di precludere o limitare temporaneamente ai veicoli il transito di una strada o di un tratto di essa.

I recinti degli scavi dovranno occupare il minore spazio possibile ed offrire sicura difesa e decorosa apparenza. Per tutto quanto riguarda la migliore conservazione delle piante, dei prati, delle aiuole che si trovassero nella sede dei lavori, l'appaltatore dovrà attenersi tassativamente alle disposizioni che darà la D.L..

1.7. DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Generalità

Tecnica operativa - Responsabilità

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione, che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

Disposizioni antinfortunistiche.

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 (Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni) e nel D.M. 2 settembre 1968.

Accorgimenti e protezioni.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunisticamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione. Per l'attacco con taglio ossidrico od elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

Gli scavi che impediscono il passaggio di automezzi o persone, che in sede di pianificazione del lavoro, ad insindacabile giudizio della D.L., dovranno, nelle fasce orarie stabilite dalla D.L., essere coperti o resi idonei al passaggio ostruito, sono da preservare contro i rischi di cadute o cedimento, da rendere agibili a cura e spese dell'Appaltatore.

Limiti di demolizione

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

Diritti dell'amministrazione

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinaggio nei depositi od accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

1.8. SCAVI

Generalità

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati.

L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo qualora necessario alle opportune puntellature, sbadacchiature od armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi, che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

Allontanamento e deposito delle materie di scavo

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, evitando, in questo caso, che le materie depositate arrecassero danno ai lavori od alle proprietà, provocassero frane od ostacolassero il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

Determinazione sulle terre

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed altri in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo le norme CNR - UNII 10006-63 (Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre) e classificate sulla base del prospetto I, allegato a dette norme.

Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intenderanno quelli occorrenti per l'apertura della sede o del rilevato stradale, piazzali ed opere accessorie, per lo spianamento del terreno sede di eventuali costruzioni, per la formazione di piani di appoggio di platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce, per la creazione di rampe incassate, trincee, cassonetti stradali, cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli occorrenti per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

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

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

Scavi di fondazione

Generalità

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli chiusi tra pareti verticali, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi ed alle cunette.

Modo di esecuzione

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi. Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, ed ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza.

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, od a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza.

In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti

intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate.

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

Attraversamenti

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici ecc., od altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

Scavi in presenza di acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento negli scavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggettamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

Gli scavi di fondazione che dovessero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fuggitori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo.

Divieti ed oneri

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature od altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

Il reinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

Specificazioni ed oneri

Salvo diversa specifica, il prezzo di Elenco dovrà intendersi riferito al metro cubo di scavo entro la sagoma ordinata. Si intenderà inoltre compresa ogni e qualsiasi armatura parziale e totale, nonché il carico del materiale scavato ed il suo trasporto in rilevato od ogni altro onere che potesse verificarsi per la completa e perfetta esecuzione dei lavori.

CAPITOLO II QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

2.1. MATERIALI GENERICI

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti senza che siano determinanti i luoghi o le fabbriche di produzione da cui debbano prendersi alcuni dei materiali medesimi, ove fossero citati delle marche e dei modelli, debbono intendersi quale esplicitazione delle caratteristiche tecniche e possono essere usati materiali similari.

Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e forniti, per quanto possa essere di competenza dell'Impresa, in tempo debito per assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato. A ben precisare la natura delle provviste materiali occorrenti alla esecuzione delle opere l'Impresa dovrà presentare, per le principali provviste, un certo numero di campioni da sottoporre alla scelta ed alla approvazione della Direzione dei Lavori, la quale dopo averli sottoposti alle prove prescritte, giudicherà sulla loro forma, qualità e lavorazione e determinerà in conseguenza il modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'Impresa per l'intera provvista.

La D.L. ha facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quanto trattasi di materiali non contemplati nella presente specifica.

I campioni rifiutati dovranno immediatamente ed a spesa esclusiva dell'Impresa asportarsi dal Cantiere e l'Impresa sarà tenuta a surrogarli senza che ciò possa darle pretesto alcuno a proroghe del tempo fissato per la ultimazione dei lavori.

Anche i materiali ammessi al cantiere non si intendono perciò accettati e la facoltà di rifiutarli persisterà anche dopo la loro collocazione in opera qualora non risultassero corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato. L'Appaltatore dovrà demolire e rifare a sue spese e rischio i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e pesi diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione o protesta.

In merito alla eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dal Capitolato, verrà deciso secondo la procedura stabilita dal Capitolato medesimo.

Allorché la D.L. presuma che esistano difetti di costruzione, essa potrà ordinare le necessarie verifiche anche ad opera già realizzata.

Le spese relative saranno a carico dell'Appaltatore quando siano constatati vizi di costruzione. Anche nel caso sia riconosciuto, dopo aver eseguito le verifiche richieste dalla D.L., che non vi siano difetti di costruzione, l'Appaltatore non avrà diritto al rimborso delle spese sostenute per le verifiche e/o a qualsiasi indennizzo o compenso.

Ciò non di meno ogni prova o verifica prescritta dalle specifiche tecniche eseguita dalla D.L. o da essa richiesta durante l'esecuzione dell'opera sarà a totale carico dell'Impresa fatto salvo quanto prescritto nell'articolo "Prove e controlli".

Il collocamento di qualsiasi opera, materiale od apparecchio, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito nel cantiere dei lavori e nel suo trasporto nel sito, intendendosi con ciò tanto il trasporto in pieno o in pendenza che il sollevamento e tiro in alto o in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc., nonché il collegamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione e tutte le opere conseguenti di tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in ripristino.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e le cautele del caso, e l'opera stessa dovrà essere convenientemente protetta, se necessario, anche dopo il collocato essendo esso Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero eventualmente arrecare alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori sino al termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza od assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale.

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

2.2. ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI. POZZOLANE. GESSO

- a. Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.
- b. Calci - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 (« Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici ») nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 (« Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche »).
- c. Cementi e agglomerati cementizi.
 - i. I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 (« Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi ») e successive modifiche. Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.
 - ii. A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del 9 marzo 1988, n. 126 (« Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi »), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.
 - iii. I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.
- d. Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2230.
- e. Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per essiccazione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti.

2.3. SABBIA

Sabbia per conglomerati cementizi

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968, All. 1 e dal D.M. 26 marzo 1980 All. 1, punto 2, essere esente da sostanze organiche o da solfati e presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

La granulometria dovrà essere assortita ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbia marina, salvo efficace lavaggio e previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Sabbia per costruzioni stradali

Dovrà corrispondere alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali", di cui al Fascicolo n. 4/1953, C.N.R., adottato con Circolare Ministero LL.PP. 17/02/1954, n. 532.

Sabbia per letto di posa condotte e ricoprimento

Il materiale inerte posato per il rinfiacco completo, letto di posa, fianchi e ricoprimento dovrà essere costituito da sabbia di cava con pezzatura variabile dalle sabbie fini (0,05 $\square$ 0,1 mm) alle sabbie grosse (0,2 $\square$ 0,5 mm a spigoli arrotondati) con modeste (percentuale non superiore al 10 - 15%) presenze d'impurità o ghiaia. Queste ultime, comunque, non devono superare la dimensione di 10 – 15 mm ed essere a spigoli assolutamente arrotondati.

Il materiale dovrà essere compattato secondo le prescrizioni del fornitore dei condotti o secondo le richieste della D.L.

2.4. GHIAIA E PIETRISCO

Generalità

I materiali in argomento dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, nè gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili, e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee od organiche.

Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà approvvigionare e porre a disposizione della Direzione i crivelli UNI 2334.

Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi

Dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 26/03/1980, All. 1, punto 2. La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dalla D.L. in base alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e per le strutture in generale il 25% della minima dimensione strutturale.

Ghiaia e pietrisco per sovrastrutture stradali

Dovranno corrispondere, come definizione e pezzature, ai requisiti stabiliti dalla norma UNI 2710.

Gli elementi dovranno presentare uniformità di dimensioni nei vari sensi, escludendosi quelli di forma allungata, piatta o scagliosa. I pietrischi dovranno altresì rispondere alle norme riportate al precedente punto. Per ogni pezzatura di pietrischi, pietrischetti e graniglie sarà ammessa come tolleranza una percentuale in massa non superiore al 10% di elementi di dimensioni maggiori del limite superiore ed al 10% di elementi di dimensioni minori nel limite inferiore della pezzatura stessa. In ogni caso gli elementi non compresi nei limiti della pezzatura dovranno rientrare per intero nei limiti di pezzatura immediatamente superiore od inferiore. Per il pietrisco 40/71, per il quale non è stabilita una pezzatura superiore, gli elementi dovranno passare per intero al crivello di 100 mm..

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione, i pietrischi verranno distinti in 3 categorie, in conformità alla Tab. II di cui al Fasc. n. 4 C.N.R.. Per la fornitura sarà di norma prescritta la I° categoria (salvo che per circostanze particolari non venisse autorizzata la II°), caratterizzata da un coefficiente Deval non inferiore a 12, da un coefficiente I.S.S. non inferiore a 4 e da una resistenza minima a compressione di 118 N/mm² (1200 kgf/cm²). I pietrischi da

impiegare per le massicciate all'acqua dovranno avere inoltre un potente legante non inferiore a 30 per l'impiego in zone umide e non inferiore a 40 per l'impiego in zone aride.

In tutti gli aggregati grossi gli elementi dovranno avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nei vari sensi, non dovranno essere cioè di forma allungata od appiattita (lamellare); per quelli provenienti da frantumazione di ciottoli o ghiaie dovrà ottenersi che non si abbia più di una faccia arrotondata. I pietrischetti e le graniglie, per gli effetti di cui al precedente capoverso, verranno distinti in 6 categorie, in conformità alla Tab. III del Fasc. n. 4 C.N.R.. Per la fornitura, nel caso di materiali destinati a strati di pavimentazione in superficie (trattamenti superficiali, manti bituminosi), sarà di norma prescritta la I° categoria, caratterizzata da un coefficiente di frantumazione non superiore a 120, da una perdita per decantazione non superiore all'1%, da una resistenza alla compressione non inferiore a 137N/mm² (1400 kgf/cm²) ed infine una resistenza all'usura minima di 0,80. Nel caso di materiali destinati a strati di pavimentazione più interni (strati di collegamento) potranno venire ammesse anche le altre categorie, purché comunque non inferiori alla III°.

2.5. LATERIZI

I laterizi devono essere di pasta fine, ed omogenea, scevra di strati di sabbia, di noccioli e calcinelli, dovranno essere il modello costante, ben formati, con facce regolari e spigoli vivi, esenti da sbavature e suscettibili di una sufficiente adesività alle malte, dovranno presentare un forte grado di cottura, così da riuscire sonori alla percussione, ma non verificati, nè contorti, nè screpolati.

Inoltre dovranno essere resistenti alle azioni di gelo.

I mattoni devono presentare, sia allo stato asciutto che dopo completa imbibizione d'acqua, una resistenza allo schiacciamento di almeno Kg. 150 per cm². quando si tratti di mattoni destinati alla fabbricazione di fabbricati o di opere d'arte di secondaria importanza, e di almeno Kg. 200 per cm². quando siano destinati alla costruzione di volti o di opere d'arte principali o di paramenti.

Tutti i laterizi dovranno essere conformi alle norme UNI relative a questo materiale.

2.6. METALLI

I metalli e le leghe metalliche da impiegarsi nei lavori devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura o simili.

- a. Ferro - Il ferro dovrà soddisfare alle condizioni contenute nelle "norme e condizioni per le prove di accettazione dei materiali ferrosi" vigenti all'atto dell'appalto. Il ferro in tondini, barre e lamiere da impiegarsi per le armature delle opere in calcestruzzo armato, dovrà per qualità e resistenza soddisfare alle particolari norme contenute nelle "Prescrizioni per l'accettazione degli agglomerati idraulici semplice ed armato" esse pure vigenti all'atto dell'appalto. Il filo d'acciaio dovrà essere del tipo crudo, anche lucido, con carico di rottura non inferiore ai 60 Kg./mm².
- b. Ghisa - La ghisa dovrà essere di seconda fusione a grana fine, grigia compatta, omogenea, esente da bolle, gocce fredde ed altri difetti di fusione. Dovrà essere facile da lavorarsi con la lima e con lo scalpello e ricaricabile in modo che il peso del martello si ammacchi senza scheggiarsi. Dovrà pure avere peso specifico non inferiore a 7.200 kg./m³. e tutti i requisiti di resistenza stabiliti dalle norme vigenti all'atto dell'appalto. La fusione dovrà essere fatta in modo che i singoli pezzi non presentino sbavature e soffiature, sporgenze e scheggiature. Le pareti interne dovranno essere lisce e perfettamente ripulite.

2.7. COMPOSIZIONE DELLE MALTE

Le dosi dei componenti le malte dovranno corrispondere a quanto è stabilito nell'Elenco dei prezzi; è riservata la facoltà alla Direzione dei Lavori di variare tali proporzioni, nel qual caso si varieranno i corrispettivi prezzi.

I componenti le malte saranno ad ogni impasto separatamente misurate con casse di determinate capacità fornite dall'Assuntore; esse verranno intimamente mescolate con mezzi ordinari e meccanici.

Nella manipolazione delle malte con mezzi ordinari, la miscela della calce o del cemento in polvere con la sabbia si farà all'asciutto od a miscela compiuta, si innaffierà con acqua mescolandone i componenti sino ad ottenere l'impasto perfetto. La manipolazione dovrà farsi sopra aree pavimentate in legno o muratura al riparo dal sole e dalla pioggia.

Il volume degli impasti verrà limitato alla quantità necessaria all'immediato impiego; gli eventuali residui saranno portati a rifiuto.

Per lavori nella stagione rigida, la Direzione potrà chiedere di unire alla malta un solvente; per tale impiego l'Impresa non potrà sollevare eccezioni; il solvente sarà fornito dall'Amministrazione o ne sarà rimborsato l'importo all'Impresa.

2.8. MURATURE IN GETTO DI CALCESTRUZZO

Per l'esecuzione di opere in calcestruzzo l'Impresa dovrà attendersi alle prescrizioni stabilite dalle vigenti "norme per le prove di accettazione degli agglomerati idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio" ed in particolare alle prescrizioni contenute nella Legge 05/11/1971 n.1086 e D.M. 30/05/1974. La confezione del calcestruzzo avverrà per impasti risultanti dalla mescolanza dei prescritti materiali nelle proporzioni previste dall'Elenco prezzi, salvo diverse disposizioni, scritte alla data dalla Direzione dei Lavori. Il volume della sabbia e della ghiaia sarà misurato con la più grande esattezza mediante apposite casse di forma geometrica fornite dall'Impresa o mediante pesatura. La formazione degli impasti dovrà essere eseguita in apposita mescolatrice meccanica o su aree pavimentate in legno o muratura, non mai su terreno nudo. Si farà dapprima la mescolanza a secco della sabbia col cemento o la calce, si aggiungerà poi la ghiaia o il ghiaietto mescolando, nuovamente versando in seguito per sospensione il minimo quantitativo di acqua possibile che sarà determinato volta per volta secondo il grado di umidità, la stagione e la natura dell'opera da eseguirsi.

Lungo le strade pubbliche di ogni genere e categoria, sia durante la esecuzione dei lavori per l'apertura degli scavi, sia per tutto il tempo in cui questi restano aperti, l'Impresa dovrà adottare tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito ai pedoni, agli animali e ai veicoli a giudizio e dietro indicazioni della D.L..

2.9. MURATURE IN CEMENTO ARMATO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nella legge 05/11/1971 n.1086 e D.M. 26/03/1980 e successivi aggiornamenti per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte della opera appaltata saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e dalle relazioni, il tutto redatto a cura del Committente.

L'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, fare propri i calcoli, integrarli con i particolari costruttivi i calcoli integrativi relativi alle scelte costruttive ed a tutte le modifiche o migliorie che vorrà proporre alla D.L. accettarli con sottoscrizione di un tecnico abilitato che li fa propri al fine di rendere efficaci le responsabilità e le polizze assicurative sulle opere, predisporre e consegnare la denuncia prescritta dalla L. 1086/71.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore delle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che dovessero verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza, essi potranno risultare.

Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere, se non a vista, sarà regolarizzata con malta cementizia.

L'applicazione si farà previa pulitura e lavatura della superficie delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e fratazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

2.10. OPERE A RETE (TUBAZIONI)

Per quanto riguarda i criteri da osservare nella costruzione, nel collaudo delle tubazioni e degli elementi che le costituiscono si fa riferimento alle norme tecniche emanate con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12.12.1985, pubblicato sulla G.U. n.61 del 14.03.1986, circolare 27291 del 20/03/1986 e successive modificazioni od integrazioni, quando siano meno restrittive delle norme fissate nel presente Disciplinare. Qualora gli esiti dei collaudi non fossero soddisfacenti sarà in facoltà della D.L. ordinare ispezioni televisive delle tratte interessate a cura e spese dell'Appaltatore.

Il Disciplinare contiene, pertanto, la descrizione delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dei materiali e dei componenti previsti in progetto, nonché i riferimenti normativi, le prove, le norme di accettazione e le modalità di fornitura, approntamento, trasporto, stoccaggio e posa in opera.

Tali procedure dovranno essere correttamente espletate secondo quanto disposto dal presente Disciplinare, non essendo ammessi materiali non espressamente previsti e soggetti a tali norme e regole. **QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Generalità

Le prescrizioni di questo capitolo si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui ai paragrafi (tubazioni di acciaio, di ghisa, ecc.) del capitolo III tranne per quanto risulti incompatibile con le specifiche norme di produzione delle stesse tubazioni.

Accettazione delle tubazioni

L'accettazione delle tubazioni è regolata dalle prescrizioni di questo disciplinare nel rispetto di quanto indicato al punto 2.1.4. del D.M. 12 dicembre 1985, del D.M. 6 aprile 2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano" nonché delle istruzioni emanate con la Circolare Ministero Lavori Pubblici del 20 marzo 1986 n.27291 e, per i tubi in cemento armato ordinario e in cemento armato precompresso, delle Norme vigenti per le strutture in cemento armato, in quanto applicabili. Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la norma di riferimento, la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere conformi, ove applicabili, alle norme UNI EN 10311:2005 (Giunzioni per la connessione di tubi e raccordi di acciaio per il trasporto di acqua e altri liquidi acquosi), UNI EN 10312:2007 (Tubi saldati di acciaio inossidabile per il convogliamento dell'acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura), UNI EN 1124-1:2005 (Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 1: Requisiti, prove e controllo della qualità), UNI EN 1124-2:2008 (Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 2: Sistema S – Dimensioni), UNI EN 1124-3:2008 (Tubi e raccordi di acciaio inossidabile con saldatura longitudinale con giunto a bicchiere per sistemi di acque reflue - Parte 3: Sistemi X – Dimensioni), UNI EN 10224:2006 (Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura), UNI EN 13160-1:2004 (Sistemi di rivelazione delle perdite - Principi generali).

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta. Il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

Tipi di giunti

Oltre ai giunti specificati per i vari tipi di tubazioni (acciaio, ghisa, ecc.), potranno adottarsi, in casi particolari (come l'allestimento di condotte esterne provvisorie), i seguenti altri tipi di giunti:

- Giunto a flange libere con anello di appoggio saldato a sovrapposizione, secondo la norma UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto a flange saldate a sovrapposizione, secondo le norme UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto a flange saldate di testa, secondo le norme UNI EN 1092-1:2013.
- Giunto Victaulic, automatico (che è di rapido montaggio e smontaggio, particolarmente indicato per condotte provvisorie e per tracciati accidentali).
- Giunto Gibault (o simili, come Dresser, Viking-Johnson), costituito da un manicotto (botticella) e da due flangie in ghisa, da bulloni di collegamento in ferro e da due anelli di gomma a sezione circolare, da impiegare per la giunzione di tubi con estremità lisce.

Apparecchiature idrauliche

Le apparecchiature idrauliche dovranno corrispondere alle caratteristiche e requisiti di accettazione delle vigenti norme UNI.

Su richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà esibire, entro un mese dalla data della consegna (o della prima consegna parziale) dei lavori e comunicando il nominativo della ditta costruttrice, i loro prototipi che la Direzione dei Lavori, se li ritenga idonei, potrà fare sottoporre a prove di fatica nello stabilimento di produzione od in un laboratorio di sua scelta; ogni onere e spesa per quanto sopra resta a carico dell'Appaltatore.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore dall'obbligo di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Tubazioni e pezzi speciali in acciaio

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Hanno valore le norme UNI EN 10224 del 2006 relative alle caratteristiche, tolleranze e spessori. I tubi in acciaio, tranne quelli zincati, saranno tutti bitumati a caldo; all'esterno saranno rivestiti con doppio strato compresso, compatto ed aderente, vetroflex e catrame dello spessore di mm 4.

Tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio inox dovranno essere prodotti esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale secondo le norme Europee UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002, e certificato da un ente competente accreditato dal SINCERT o da omologo Ente europeo, accreditato secondo normativa ISO 45000.

Le tubazioni in acciaio inox dovranno essere conformi alle norme AISI 304 e AISI 316/L.

I procedimenti di fabbricazione, di collaudo e di certificazione delle condotte dovranno rispettare le normative vigenti e comunque le Norme ASTM A312-A358-A409-A403-A530-A370.

Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno risultare scordonati esternamente e rifiniti mediante decapaggio e passivazione.

Il decapaggio, finalizzato ad evitare fenomeni corrosivi localizzati, può essere di tipo meccanico o chimico. In entrambi i casi è necessario riuscire ad eliminare le scorie più o meno resistenti che si formano sulla superficie dell'acciaio. I sistemi

meccanici possono eseguirsi con sabbia silicea, corindone oppure con sfere di vetro o di acciaio inossidabile. Se la quantità di scaglia è di considerevole spessore e risulta molto aderente alla superficie metallica si procederà con due o più cicli di decapaggio anche con metodologie diverse (meccanici più energici e chimici). Nel caso si volesse decapare solo una parte del componente, per esempio nel caso delle saldature, è possibile adottare delle paste decapanti applicate a freddo nella zona da decapare. la rimozione di tali paste avviene con un lavaggio in acqua dopo un tempo di applicazione che è funzione del tipo di pasta e del tipo di scaglia da asportare.

La passivazione ha lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili o di depositi vari onde evitare corrosioni da vaiolatura (“pitting”) o interstiziali (“crevice”). Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere attuato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili che abbiano precedentemente lavorato metalli meno nobili oppure sia venuto a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio. Il trattamento può essere effettuato sull'intera superficie del manufatto per mezzo di opportuni bagni oppure localmente per mezzo di paste passivanti. Dopo il trattamento di decontaminazione è necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua in modo tale da eliminare ogni traccia di soluzione acida.

Le caratteristiche dimensionali delle tubazioni dovranno essere in accordo con le norme ANSI B 36.19 e B 36.10.

Le curve a 90° (con raggio di curvatura $\geq 1.5 D$) e le riduzioni tronco coniche dovranno avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 16.9. I raccordi a “T” dovranno essere ricavati da tubi saldati ed avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 31.

Il collegamento tra tubi in acciaio inox e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale dovrà avvenire con giunzioni a serraggio meccanico tipo “STRAUB”. Per giunzioni “tipo STRAUB” sono da intendersi giunzioni a serraggio meccanico in acciaio inox AISI 304, dotate di guarnizioni in elastomero sintetico (EPDM, caratterizzate da una durezza di 60 Shore A), che lavorano per flessione e non per reazione elastica della gomma, e sono in grado quindi di garantire un effetto progressivo della tenuta nel tempo indipendentemente dalla possibile riduzione di elasticità della gomma per effetto dell'invecchiamento.

Queste giunzioni devono poter permettere deviazioni angolari fino a 5° in ogni direzione, e possono unire tubazioni di materiale diverso con terminali lisci, senza richiedere alcuna preparazione degli stessi.

Il collegamento fra tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox può avvenire anche mediante saldatura o giunzioni a flange.

La giunzione saldata può essere eseguita tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica per diametri minori di 100 mm, mentre deve essere solamente all'arco elettrico per diametri superiori ai 100 mm. La giuntura dei tubi, a saldatura autogena con barrette di acciaio dolce cotto, dovrà essere eseguita da operatori particolarmente esperti ed in modo da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto. Il cordone di saldatura deve avere uno spessore almeno uguale a quello del tubo, di larghezza costante, senza porosità ed altri difetti. I cordoni di saldatura devono essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima che sia eseguita la successiva, deve essere ben pulita e liberata da scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura. I saldatori dovranno essere patentati per saldature su acciaio inox con Enti riconosciuti a livello europeo (Lloyd Register's, RINA, Istituto Italiano Saldatura). I processi di saldatura e le qualifiche del saldatore dovranno comunque essere conformi alle norme UNI 1307/1, UNI EN 287/1 del 1993, UNI EN ISO 9606/4 del 2001, UNI 7711, UNI 8032, UNI EN ISO 15607 del 2005, UNI EN ISO 15609-1/2006, UNI EN ISO 15614-1/2005.

L'esecuzione della giunzione a flange avverrà mediante interposizione di guarnizioni di gomma telata o amiantite a forma di corona circolare di spessore non inferiore a 3 millimetri. La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo. Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido, grassi o sostanze estranee. Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte. Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati secondo le tabelle UNI EN 1092-1 del 2013.

I tipi di flange da impiegarsi sono:

- flange cieche UNI EN 1092-1 del 2013

- flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo UNI EN 1092-1 del 2013
- flange da saldare di testa UNI EN 1092-1 del 2013.

Le flange saranno in acciaio tipo Aq 34 UNI 3986 e comunque conformi alla normativa vigente UNI EN 10250-1 del 2001 e UNI EN 10250/2 del 2001 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mm².

La superficie di tenuta sarà: a gradino secondo UNI EN 1092-1 del 2013 a faccia piana secondo UNI EN 1092-1 del 2013.

Movimentazione e posa delle tubazioni

Generalità

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche:

- la normativa del Ministero dei lavori pubblici;
- le disposizioni in materia di sicurezza igienica e sanitaria di competenza del Ministero della sanità;
- le prescrizioni di legge e regolamentari in materia di tutela delle acque e dell'ambiente dall'inquinamento;
- le speciali prescrizioni in vigore per le costruzioni in zone classificate sismiche, allorchè le tubazioni siano impiegate su tracciati che ricadano in dette zone;
- altre eventuali particolari prescrizioni, purchè non siano in contrasto con la normativa vigente, in vigore per specifiche finalità di determinati settori come quelle disposte dalle Ferrovie dello Stato per l'esecuzione di tubazioni in parallelo con impianti ferroviari ovvero di attraversamento degli stessi.

Le prescrizioni di tutto il paragrafo "Movimentazione e Posa delle Tubazioni" si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui ai paragrafi successivi, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Movimentazione delle tubazioni

1. Carico, trasporto e scarico

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

2. Accatastamento e deposito

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

Scavo per la tubazione

Lo scavo delle trincee per la posa delle tubazioni seguirà rigidamente gli assi e le livellate di progetto, adattando i vertici dell'asse si da avere tratte rettilinee di condotta costituite da multipli interi della lunghezza dei tubi evitando per quanto possibile la formazione di spezzoni di raccordo.

Il raccordo tra due tratte rettilinee avverrà con pezzo speciale opportunamente contrastato.

La larghezza di scavo sul fondo sarà:

- per allacci fognari e caditoie: $L = 40 \text{ cm}$
- per le condotte fognarie principali: $L = D + 2 * 0,30$

Larghezze diverse da quelle sopra indicate potranno essere prescritte per ragioni che devono essere chiaramente giustificate.

Lo scavo sarà eseguito al disotto della generatrice inferiore di appoggio del tubo per una profondità di 10 cm o maggiore se così indicato in progetto.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Le pareti di scavo andranno, se ritenuto necessario, assicurate da smottamenti o crolli, mediante opportune opere provvisionali, così come dovrà adottarsi ogni mezzo perché i cavi non vengano invaso da acque di falda o di corrivazione.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi o dei pezzi speciali lo scavo della trincea sarà opportunamente allargato a formare una nicchia .

Al termine delle operazioni di scavo il fondo della trincea dovrà risultare regolare e livellato e dalle pareti non dovranno essere elementi lapidei per una profondità eccedente il 5% della lunghezza del cavo

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

Posa della tubazione

1. Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

2. Posa in opera dei tubi

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa consisterà in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente – come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Nel caso di posa in terreni particolarmente aggressivi la tubazione di ghisa sferoidale sarà protetta esternamente con manicotto in polietilene, dello spessore di $20 \div 40$ mm, applicato in fase di posa della condotta.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al paragrafo "Movimentazione delle Tubazioni" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C , per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

3. Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche.

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e di scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango.

Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dalla Direzione dei Lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi (discesa - salita), ovvero alla estremità inferiore di un tronco isolato.

Gli sfiati automatici saranno collocati comunque - sulle diramazioni di pezzi a T, preceduti da una saracinesca e muniti di apposito rubinetto di spurgo - nei punti culminanti della condotta tra due tronchi (salita - discesa) o alla estremità superiore di un tronco isolato ovvero alla sommità dei sifoni.

4. Giunzioni dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione.

Il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione in gomma telata.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del "collarino" della flangia. E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni, la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

5. Giunzioni dei tubi

Verificati pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

Attraversamenti e parallelismi

Norme da osservare

Nei casi di interferenza (attraversamenti, parallelismi) di condotte di acqua potabile sotto pressione (acquedotti) o di fogna con le ferrovie dello Stato ovvero con ferrovie, tramvie e filovie extraurbane, funicolari, funivie e impianti similari, concessi o in gestione governativa, eserciti sotto il controllo della Direzione generale della motorizzazione civile e trasporti in concessione, saranno osservate le Norme vigenti ed in particolare le prescrizioni del D.M. 23 febbraio 1971 come modificato dal D.M. 10 agosto 2004.

Attraversamenti di corsi d'acqua, ferrovie e strade

Si devono predisporre manufatti di attraversamento ogni volta che la condotta incontri:

- un corso d'acqua naturale o artificiale;
- una strada ferrata;
- una strada a traffico pesante.

Negli attraversamenti di corsi di acqua importanti, è in generale necessario effettuare il sovra passaggio mediante piccoli ponti progettati per il sostegno della tubazione, oppure servirsi come appoggio di un ponte esistente. Nel caso di piccoli corsi d'acqua, come torrenti, sarà effettuato un sottopassaggio ricavato in una briglia del torrente, che abbia sufficiente robustezza.

In genere, in corrispondenza all'attraversamento di un corso d'acqua si ha un punto basso della condotta e in tale punto è conveniente sistemare un pozzetto di scarico.

Gli attraversamenti ferroviari vanno scrupolosamente osservate le prescrizioni del D.M. 04/04/2014

Gli attraversamenti stradali saranno in genere posti in cunicolo, per non essere costretti, in caso di rottura del tubo, a manomettere la sede stradale per la riparazione; è in ogni caso necessario, quando non sia conveniente costruire un vero e proprio cunicolo, disporre la condotta in un tubo più grande (tubo guaina) od in un tombino, in modo da proteggerla dai sovraccarichi e dalle vibrazioni trasmesse dal traffico sul piano stradale e permettere l'eventuale sfilamento. Le saracinesche di intercettazione verranno poste in pozzetti prima e dopo l'attraversamento per facilitare eventuali riparazioni della condotta.

Le condotte contenute in tubi-guaina (p.e., negli attraversamenti stradali e ferroviari) saranno isolate elettricamente inserendo zeppe e tasselli - rispettivamente alle estremità del tubo-guaina e nella intercapedine fra condotta e tubogomma - di materiale elettricamente isolante e meccanicamente resistente. I tasselli non dovranno occupare più di un quarto dell'area dell'intercapedine e saranno in numero tale che in nessun caso i tubi possano venire a contatto per flessione.

I tubi-guaina saranno dotati di adeguato rivestimento esterno; i tubi di sfiato dei tubi-guaina saranno realizzati in modo da non avere contatti metallici con le condotte.

Distanze della condotta da esistenti tubazioni e cavi interrati

La condotta sarà mantenuta alla massima distanza possibile dalle altre tubazioni (acquedotti, gasdotti, ecc.) e cavi (elettrici, telefonici, ecc.) interrati.

Per le condotte urbane:

- nei parallelismi, se eccezionalmente si dovesse ridurre la distanza a meno di 30 cm, verrà controllato anzitutto il rivestimento con particolare cura mediante un rilevatore a scintilla per verificarne in ogni punto la continuità e sarà poi eseguito un rivestimento supplementare (come quello per la protezione dei giunti nei tubi di acciaio); nella eventualità che possano verificarsi contatti fra le parti metalliche, saranno inseriti tasselli di materiale isolante (p.e. tela bachelizzata, PVC, ecc.) dello spessore di almeno 1 cm;
- negli incroci verrà mantenuta una distanza di almeno 30 cm; se eccezionalmente si dovesse ridurre, sarà eseguito un rivestimento supplementare come sopra per una estensione di 10 m a monte e 10 m a valle; se esiste il pericolo di contatto fra le parti metalliche (p.e. per assestamenti del terreno), verrà interposta una lastra di materiale isolante con spessore di almeno 1 cm, larghezza eguale a $2 \div 3$ volte il diametro del tubo maggiore e lunghezza a seconda della posizione della condotta rispetto alle altre tubazioni o cavi.

Analogamente si procederà per le condotte extraurbane, nei parallelismi e negli incroci, quando la distanza di cui sopra si riduca a meno di 75 cm.

Attraversamenti di pareti e blocchi in calcestruzzo

La tubazione, per la parte in cui attraversa pareti o blocchi di ancoraggio ecc., conserverà il rivestimento protettivo e verrà tenuta ad una distanza di almeno 10 cm dagli eventuali ferri di armatura.

Se in corrispondenza all'attraversamento deve essere realizzato l'ancoraggio, si ricorrerà a cerniere protette con idonee vernici isolanti (p.e. epossidiche) mentre il tubo sarà sempre dotato di rivestimento.

Sostegni per condotte aeree

Fra la tubazione e le sellette di appoggio saranno interposte lastre o guaine di materiale isolante (p.e. Polietilene, gomma telata, ecc.) sia nei punti in cui la condotta è semplicemente appoggiata che in quelli in cui la condotta è ancorata ai sostegni mediante collare di lamiera e zanche di ancoraggio.

Rinterro

Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento)

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfianco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Ove occorra, il rinfianco potrà essere eseguito in conglomerato cementizio magro.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

Rinterro a semichiusura del cavo

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

Rinterro definitivo

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

COLLAUDO DELLE TUBAZIONI

Collaudo acquedotti e reti in pressione

Il collaudo idraulico deve essere eseguito sulle condotte posate per verificare l'integrità e la funzionalità dei tubi, dei giunti, dei raccordi e degli altri componenti della condotta. Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori, il quale sottopone i relativi documenti al Collaudatore che, a sua volta, ha la facoltà di richiedere la ripetizione delle prove prescritte (DM 12/12/85).

Le operazioni di collaudo sono regolate dalla Norma UNI EN 805:2002 "Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" e dal D.M. 12/12/1985 "Normativa Tecnica per le Tubazioni" e successive modifiche e integrazioni.

La pressione di collaudo, pc, è pari a 10 bar per condotte con pressioni di esercizio fino a 7 bar, mentre per condotte con pressioni di esercizio superiori, $pc = 1.2PFA + 5\text{bar}$. I tratti da sottoporre a collaudo non devono superare i 500m di

lunghezza, indipendentemente dal materiale, salvo diverse indicazioni dalla Direzione Lavori e devono essere compresi tra due saracinesche (almeno una saracinesca ogni 500m).

Le operazioni di collaudo, secondo il DM 12/12/85, da eseguirsi dopo la posa delle condotte, consistono in una prima fase di lavaggio a cui segue il riempimento della condotta con acqua a pressione atmosferica. L'immissione dell'acqua deve avvenire dal basso della condotta in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria. Successivamente, tramite pompaggio continuo, la pressione all'interno della condotta viene portata fino al valore di collaudo.

Una volta stabilizzato il valore di pressione a 10 bar, è necessario monitorare eventuali variazioni tramite manografo tarato e/o strumenti elettronici per un intervallo di tempo abbastanza ampio da rilevare anche piccole perdite. L'entità degli intervalli dipende dal materiale delle tubazioni, come riportato nella tabella seguente.

MATERIALE	PRESSIONE DI COLLAUDO	INTERVALLO DI CARICO
ACCIAIO	10 bar	8 ore

Il collaudo secondo la Norma UNI EN 805 si articola in tre fasi successive:

- Fase preliminare;
- Prova di perdita di carico integrata;
- Prova principale.

Nella fase preliminare sono previsti il lavaggio, il riempimento della condotta a pressione atmosferica per la fuoriuscita dell'aria e, dopo 60 minuti, la messa in carico rapida (in meno di 10 minuti) alla pressione di collaudo p_c da mantenere per 30 minuti mediante pompaggio continuo; in questo periodo deve essere monitorato il tratto sottoposto a collaudo per l'individuazione di eventuali perdite evidenti. Successivamente, è necessario interrompere il pompaggio per 60 minuti e misurare la pressione residua al termine di questo periodo. Questa prima fase è da considerarsi superata se la diminuzione di pressione è inferiore 0.5 bar. La prova di perdita di carico integrata ha luogo a partire dal valore di pressione misurato al termine della fase preliminare diminuito di un ulteriore 10-15% della pressione di collaudo iniziale, mediante scarico dell'acqua. Il volume di acqua rimosso, ΔV , deve essere confrontato con la perdita di acqua ammissibile, ΔV_{max} , pari a:

$$\Delta V = 1.2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left(\frac{1}{E} + \frac{D}{s \cdot E} \right)$$

dove

ΔV_{max} è la perdita di acqua ammissibile [l];

V è il volume della sezione del tratto di tubazione sottoposto a prova [l];

ΔP è perdita di pressione [kPa];

D è il diametro interno dei tubi [m];

E_w è il modulo di elasticità dell'acqua pari a $2 \cdot 10^4$ kPa

s è lo spessore del tubo [m]

E_r è il modulo elastico della parete del tubo in direzione circonferenziale [kPa]

La prova è da ritenersi superata quando $\Delta V \leq \Delta V_{max}$.

Nella prova principale, viene misurato l'incremento di pressione generato dalla contrazione della tubazione conseguente allo scarico rapido dell'acqua eseguito nella precedente fase. Le misurazioni devono essere effettuate ogni 30 minuti.

Tale prova è da considerarsi superata se la pressione mostra una tendenza ad aumentare nel tempo.

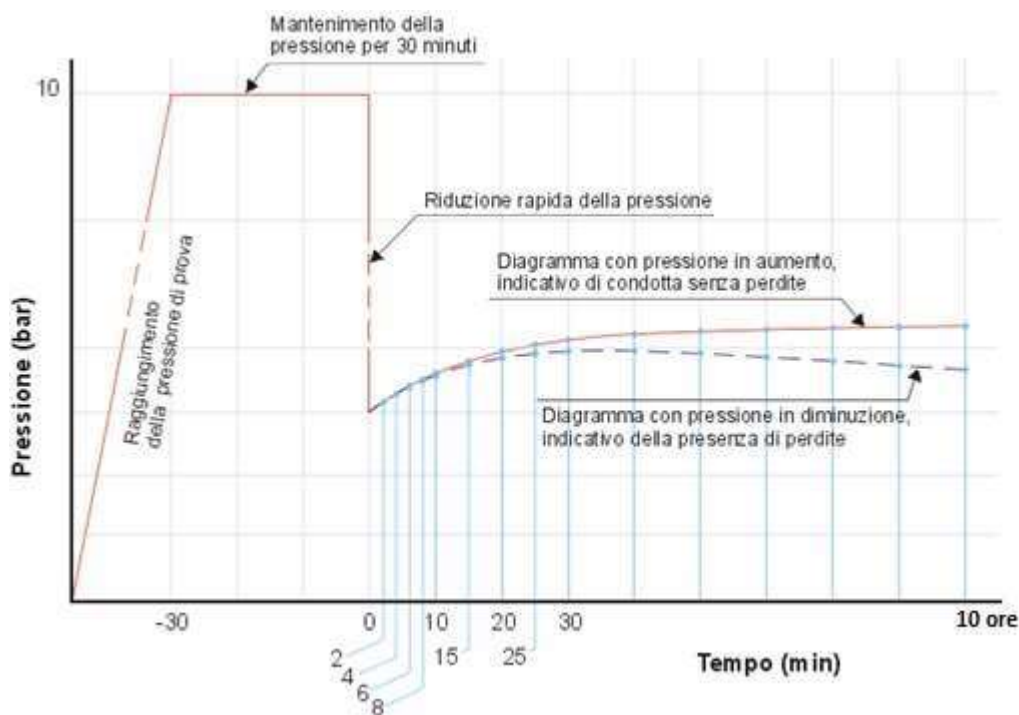


Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su materiali plastici



Diagramma tipo delle pressioni per collaudo su ghisa e acciaio

Al termine del collaudo deve essere eseguita la sanificazione della condotta mediante clorificazione e analisi batteriologica dell'acqua. La prova di collaudo deve essere eseguita sulla condotta installata comprensiva di tutti i raccordi e gli allacci che durante la fase di riempimento della condotta sono lasciati aperti per il tempo necessario alla fuoriuscita dell'aria presente in condotta. La lunghezza di ogni tratta di condotta da collaudare può variare con il diametro ed il tipo di condotta, il tipo ed il numero dei giunti e delle apparecchiature installate, il tracciato e la natura del terreno attraversato, ma comunque sempre non superiore a 500 metri. La condotta da collaudare dovrà essere chiusa all'estremità mediante flange imbullonate o mediante tappi saldati. È necessario sfatare dell'aria nei punti più alti della condotta. La presenza di aria residua influisce negativamente sul risultato del collaudo. Il punto di pompaggio della pressione deve essere collocato, quando possibile, nella parte più bassa della condotta per favorire l'espulsione dell'aria durante il riempimento. Questa posizione consente inoltre la lettura del massimo carico idrostatico e un maggior controllo durante l'esecuzione della prova. Il collaudo deve essere eseguito dopo il ricoprimento della condotta. Durante il collaudo la temperatura della tratta non deve subire variazioni significative. Dopo aver effettuato il ricoprimento è quindi opportuno attendere almeno 24 ORE prima di effettuare il collaudo, affinché la temperatura dell'intera tratta si stabilizzi. Le parti eventualmente scoperte

della condotta devono essere protette contro variazioni di temperatura dovute all'esposizione solare. Tutte le guarnizioni e valvole di non ritorno devono essere controllate prima dell'esecuzione della prova.

PRODOTTI DI MATERIE PLASTICHE

Generalità

Tubazioni e raccordi in PVC rigido per fognature e scarichi industriali con giunto a bicchiere e guarnizione in elastomero.

I tubi ed i raccordi devono essere conformi alle norme EN 1401 e alle Norme nazionali (es. Italia UNI 7447/87). Il prodotto deve inoltre riportare il nome del produttore ed il marchio che attesti l'Istituto che ha effettuato i controlli di conformità presso il produttore, per esempio in Italia il marchio è IIP.

Il fabbricante dei tubi e dei raccordi dovrà, pena la non accettazione del materiale, essere certificato per lo standard ISO 9002.

Caratteristiche generali

I tubi ed i raccordi in PVC dovranno essere ottenuti da estrusione e stampaggio da PVC esente da plastificanti.

- Modulo elasticità
 $E (1\text{min}) \geq 3000 \text{ MPa}$
- Massima volumetrica media
 $\approx 1.4 \text{ g/cm}^3$
- Coefficiente medio di dilatazione termica
 $= 0.08 \text{ mm/m}^\circ\text{K}$
- Conducibilità termica
 $\approx 0.16 \text{ WK}^{-1} \text{ m}^{-1}$
- Resistività superficiale
 $> 10^{12} \Omega$
- Rigidità anulare

La rigidità anulare richiesta per i tubi (determinata secondo la EN ISO 9989) è la seguente:

- $\geq 2 \text{ kN/m}^2$ per SDR 51
- $\geq 4 \text{ kN/m}^2$ per SDR 41
- $\geq 8 \text{ kN/m}^2$ per SDR 34

Rapporto di deformazione diametrale permanente (creep)

Il rapporto di deformazione permanente viene calcolato rapportando la deformazione diametrale dopo due anni di carico costante con la deformazione iniziale all'applicazione del carico.

Il rapporto di "creep" per i tubi ed i raccordi conformi a questa norma, (determinato secondo la EN ISO 9967) deve essere minore di 2.

Resistenza chimica

I sistemi di tubazioni di PVC-U conformi a questa norma sono resistenti alla corrosione da parte di acqua con ampio intervallo di valori pH, come l'acqua degli scarichi domestici, l'acqua piovana, l'acqua di superficie e del suolo.

Resistenza all'abrasione

I tubi e i raccordi conformi a questa norma sono resistenti all'abrasione. Per circostanze speciali, l'abrasione può essere determinata con il metodo di prova dato nella EN 295-3.

Scabrosità idraulica

Le superfici interne dei tubi e dei raccordi in PVC conformi alla EN 1401 sono idraulicamente lisce. La configurazione delle giunzioni e di raccordi assicura buone prestazioni idrauliche.

Deformazione diametrale

In condizioni normali di installazione, la deformazione prevedibile del diametro deve essere minore dell'8%.

Modalità di posa

La posa delle condotte e dei raccordi dovrà avvenire secondo le prescrizioni riportate nelle documentazioni del produttore e secondo le Norme nazionali ed europee di posa.

Prova idraulica della condotta

Le tubazioni ed i raccordi in PVC devono essere impermeabili. Le prove di tenuta idraulica dovranno essere eseguite su tratti di tubazioni comprese tra due pozzetti successivi e saranno eseguite a campione.

Le estremità della condotta saranno chiuse con tappi opportuni a tenuta e successivamente il tratto in oggetto sarà portato ad una pressione di 0.5 bar.

Questo valore dovrà essere mantenuto per 30 minuti; la tubazione è considerata collaudata se la perdita di acqua è inferiore a 0.04 l/m² di superficie interna del tubo.

TABELLA DN/SPessori SECONDO EN 1401

Diam. Esterno (mm)	SN4 – SDR41 (mm)
110	3.2
125	3.2
160	4.0
200	4.9
250	6.2
315	7.7
400	9.8
500	12.3
630	15.4
710	17.4
800	19.6
900	22
1000	24.5

Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi

Nel trasporto bisogna sostenere i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminanti. Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nailon o similari; se si usano cavi di acciaio, questi devono essere opportunamente rivestiti nelle zone di contatto.

I tubi generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità devono essere adagiati in modo che il giunto stesso non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

E' buona norma, nel caricare i mezzi di trasporto, procedere ad adagiare prima i tubi più pesanti, per evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante lo sfilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno.

Ciò potrebbe infatti provocare danni irreparabili dovute a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Carico e scarico

La soluzione ottimale di accatastamento tubi viene realizzata con gabbie in legno o in altro materiale, in grado di resistere al peso del bancale sovrastante. Tale operazione deve essere svolta con la massima cura, specialmente nei confronti dell'allineamento dei bancali stessi.

I tubi non devono essere né buttati né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi durante le operazioni di carico e scarico.

Se non si seguono queste raccomandazioni è possibile, specialmente alle basse temperature, provocare rotture o fessurazioni.

Accatastamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccarli.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri delle file inferiori non subiscano deformazioni.

I bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti. Così facendo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi risultano appoggiati lungo un'intera generatrice.

L'altezza delle cataste non deve essere superiore a m 1.50 (qualunque sia il diametro del tubo), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci con gabbie in legno, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno dentro l'altro.

Ciò infatti può provocare l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle bassissime temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC per cui la loro movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.), deve essere effettuata con maggiore cautela.

Posa in opera

Nelle pagine che seguono vengono fornite una serie di indicazioni per la posa in opera e per il calcolo statico delle canalizzazioni in PVC per fognature.

Si tratta di norme generali che lasciano all'impresa il compito e la responsabilità di verificare caso per caso il metodo di posa e di calcolo idoneo all'opera in corso di realizzazione.

Nel capitolo si precisano i requisiti fondamentali da rispettare nella posa in opera, e l'importanza che detti requisiti assumono nel dimensionamento della tubazione.

Tipologia degli scavi

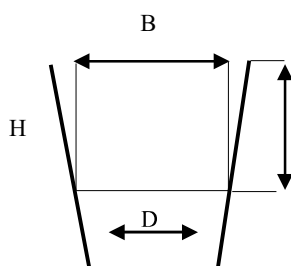
In sede di progetto, il tipo di scavo da realizzare è strettamente connesso alla valutazione del carico, al tipo di terreno, alla squadra di operai che s'intende utilizzare. In sede esecutiva, quindi, è essenziale la corrispondenza scrupolosa tra il progetto e l'effettiva realizzazione.

In tabella si riportano le principali tipologie di scavo rapportando fra loro diametro della tubazione (D), larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo (B), altezza di riempimento sulla generatrice superiore della tubazione (h):

Per ottenere i migliori risultati nella posa inopia delle tubazioni è indispensabile:

- realizzare una posa in trincea stretta;;
- impiegare per sottofondo rinfiando e riempimento i materiali più idonei;
- evitare il contatto delle tubazioni con materiale di risulta (pietre, ecc.); - avvolgere la tubazione interamente in sabbia; - compattare i materiali utilizzati negli scavi.

TIPO DI TRINCEA		B LARGHEZZA SCAVI
Trincea stretta	$\leq 3 D$	$< H/2$
Trincea larga	$> 3 D < 10 D$	$< H/2$
Terrapieno	$\geq 10 D$	$\geq H/2$



Letto di posa

Il letto di posa ha lo scopo di garantire la ripartizione dei carichi in modo uniforme nella zona di appoggio.

Il materiale adatto per il letto di posa e successivamente per il rinfiando è quello indicato dal diagramma.

In condizioni di posa normali, si utilizza generalmente sabbia a pezzatura praticamente omogenea.

Nei terreni in pendenza è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura max. 10/15 mm. Il materiale deve poi essere accuratamente compattato senza scendere sotto i 10 cm. Di spessore del letto.

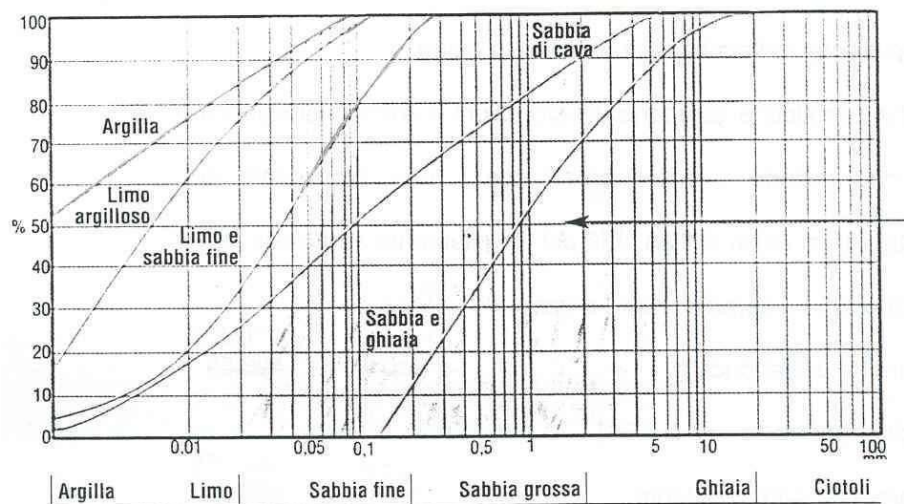
Il tubo deve essere posato rispettando la pendenza calcolata in fase progettuale.

In taluni casi per realizzare delle pendenze precise si collocano dei punti di appoggio per il tubo controllati con la livella.

In questo caso si prescrive di utilizzare materiali non duri, ad esempio traversine in legno, e di riempire i vuoti con sabbia compattata, prima di posare il tubo.

TIPO DI TERRENO	REALIZZAZIONE DEL LETTO DI POSA
-----------------	---------------------------------

<u>OMOGENEO</u> Pezzatura < 20 mm Ghiaia fine	STANDARD: Posa della condotta sul terreno con sottofondo e ricoprimento rinfiando leggermente costipato costituito da sabbia a pezzatura praticamente omogenea compresa nel fuso tra sabbia di cava e sabbia e ghiaia
<u>NON OMOGENEO</u> Argille	ACCURATA: Posa della condotta sul terreno con sottofondo e ricoprimento rinfiando accuratamente costipato costituito da sabbia a pezzatura praticamente omogenea compresa nel fuso tra sabbia di cava e sabbia e ghiaia
<u>GHIAIA GROSSA</u> o altro	ACCURATA: Posa della condotta sul terreno con sottofondo e ricoprimento rinfiando accuratamente costipato costituito da sabbia a pezzatura praticamente omogenea compresa nel fuso tra sabbia di cava e sabbia e ghiaia



Curva granulometrica dei tipi di terreno.

Area corrispondente alla granulometria ottimale del materiale di riempimento della trincea

Riempimento

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera.

Infatti, trattandosi di tubazioni in PVC, l'uniformità del terreno è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale già usato per la costruzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfiando tra tubo e parete sia continuo e compatto (strato L1).

Il secondo strato di rinfiando L2 giungerà fino alla generatrice superiore del tubo.

La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato L3 arriverà a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento (strati L4 ed L5) sarà effettuato con parte del materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali, ed integrazione di misto naturale o se su terreno agricolo con tutto materiale proveniente dallo scavo depurato come prima indicato.

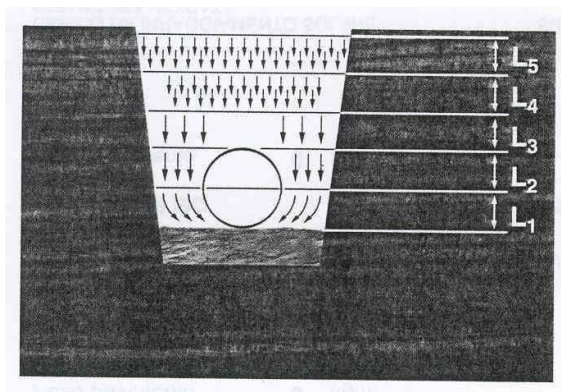
Il materiale più grossolano (pietrisco diametro > 2 cm) non deve superare il limite del 30%.

Le terre difficilmente comprimibili: morbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare (vedi curva granulometrica dei tipi di terreni).

Il riempimento va eseguito per strati successivi pari a 20 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m utilizzando apposito rullo vibrante avente peso operativo secondo la seguente tabella:

LARGHEZZA SCAVO	PESO OPERATIVO
800 m	950 kg
1000 m	1500 kg
1200 m	2500 kg
1300 m e oltre	4200 kg

La rullatura a scavo completo va eseguita con rullo vibrante non inferiore a 4200 kg.



Prescrizioni per l'esecuzione del giunto

I tubi e i raccordi di PVC utilizzano una giunzione di tipo elastico del tipo Codolo – Bicchiere con guarnizione elastomerica a labbro.

I manicotti possono avere o meno un battente interno nella parte centrale; l'assenza di questo dispositivo consente l'inserimento nella condotta di nuove derivazioni e l'esecuzione di eventuali riparazioni.

Nel caso di smontaggio e rimontaggio della guarnizione è di fondamentale importanza mantenere il corretto posizionamento della stessa:

- l'incavo posto sotto il labbro della guarnizione deve sempre essere ricolto nella direzione del flusso.

Fasi di esecuzione:

- 1) Il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega dai denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione compresa fra 15° e 45°, mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro).
- 2) Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede.

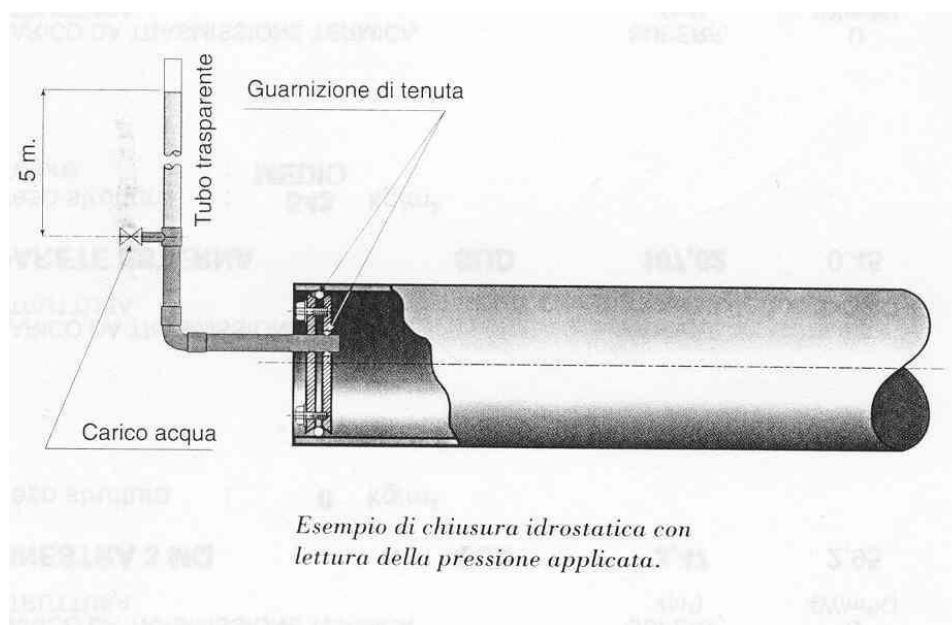
- 3) Segnare sulla parte del cordolo, una linea di riferimento in corrispondenza del bordo bicchiere. A tale scopo si introduce il cordolo nel bicchiere fino a battuta, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di lunghezza tra due giunzioni (in ogni caso il ritiro non deve essere inferiore a 10 mm). Si segna sul tubo il nuovo riferimento, che costituisce la linea prima accennata.
- 4) Inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica nella sede del bicchiere.
- 5) Lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna del cordolo con lubrificante REDI.
- 6) Infilare il cordolo nel bicchiere fino alla linea di riferimento facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende elusivamente dal perfetto allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione. Quando si oltrepassa il Ø 200 questa operazione può risultare faticosa: si consiglia di conficcare un paletto nel terreno come unto di appoggio per un martinetto idraulico.
- 7) Le prove di collaudo possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

Collaudo in opera

Dal punto di vista funzionale il collaudo deve verificare:

- 1 – la deformazione diametrale;
- 2 – la perfetta tenuta idraulica della tubazione.

Le prove suddette devono essere opportunamente programmate ed effettuate con il progredire dei lavori di posa della canalizzazione secondo le richieste della D.L.



Tenuta idraulica in cantiere

Secondo le procedure di prova previste dalla EN 1610 la tubazione, alle due estremità, verrà chiusa con tappi a perfetta tenuta, dotato ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire di raggiungere la pressione idrostatica voluta (tenendo presente che ogni metro di colonna d'acqua corrisponde a 0.1 bar).

La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria.

Una pressione minima di 1 m d'acqua sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 5 m d'acqua sarà applicata alla parte più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forte pendenza, può essere necessario effettuare la prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive. Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

L'eventuale perdita d'acqua trascorso tale periodo, sarà accettata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari con un cilindro prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

Trascorsi 30' dall'inizio della prova, la perdita d'acqua non deve essere superiore a 0.04 litri/m² di superficie interna del tubo.

Massima perdita consentita:

$$0.04 \text{ l/m}^2 (T = 30')$$

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente collaudata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Nel seguito viene riportato un esempio per il calcolo della perdita massima ammissibile da confrontare con la perdita reale.

Esempio:

sviluppo della tratta (distanza tra due pozzetti):	$l = 40 \text{ m}$
diametro del tubo (tipo sn4):	$\varnothing = 315 \text{ mm}$
pressione di collaudo:	0.5 bar
durata della prova:	30'
consumo ammesso d'acqua:	0.04 l/m^2

$$Q = \pi \times L \times 0.04 \times \frac{\varnothing}{1000} = 3.14 \times 40 \times 0.04 \times 0.315 = 1.59 \text{ LITRI}$$

Prova di tenuta pozzetti

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 0.05 litri/m² per ogni m² di superficie interna del tubo dopo 30' di permanenza in pressione.

Massima perdita consentita:

$$0.05 \text{ l/m}^2 (T = 30')$$

2.11. ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI

CHIUSINI

Potranno essere del tipo quadrato, rettangolare o circolare, secondo prescrizione impartite dalla D.L., con coperchi di forma rotonda o quadrata in rapporto ai vari tipi di manufatti, ma comunque con fori di accesso (se accessibili) di luce netta mai inferiore a 600 mm..

Il materiale di costruzione sarà la ghisa sferoidale (almeno G 400-12 UNI 4544-74).

La superficie di appoggio tra coperchio e telaio dovrà essere liscia, accuratamente tornita e sagomata in modo da garantire una perfetta aderenza. Il chiusino dovrà essere sagomato in modo da garantire l'impossibilità a cadere dentro al pozzetto.

La chiusura dello stesso dovrà essere garantita con apposito sistema di bloccaggio, oltre all'azione esercitata dalla gravità, ed idonea ad evitare rumore nel passaggio degli autoveicoli.

POZZETTI DI ISPEZIONE

I pozzetti di ispezione dovranno essere realizzati:

- a) gettati in opera;
- b) prefabbricati in cls armato;
- c) con parti prefabbricate e parti gettate in opera

Dovranno essere posizionati alle quote idonee su sottofondo di posa in cls, dovranno essere collegati a perfetta tenuta idraulica alle tubazioni di afflusso e deflusso e completati con sigillature e tamponamenti, se richiesto dovranno essere completi di sifone. La quota di posa dovrà permettere la successiva posa del chiusino o delle caditoie in ghisa o altro materiale indicato dalla D.L. o in progetto al fine che lo stesso risulti perfettamente in quota con la pavimentazione circostante e, in caso di caditoia, posato alle quote idonee alle raccolte delle acque meteoriche.

MATERIALI PER GIUNZIONI

Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevino i seguenti dati:

- a) Il carico e l'allungamento a rottura delle mescolanze di gomma vulcanizzata, allo stato naturale e dopo invecchiamento artificiale;
- b) Il grado di durezza, espresso in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness), determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 4046;
- c) L'allungamento residuo percentuale da prova di trazione, effettuata su anello con le modalità di cui al punto 3.4. della UNI 4920;
- d) La deformazione permanente a compressione, eseguita a temperatura ordinaria ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) ed a $70 \pm 1^\circ\text{C}$, con le modalità di cui al punto 3.5. della UNI citata;
- e) L'esito delle prove di resistenza al freddo e di assorbimento di acqua, eseguite come ai punti 3.6. e 3.7. della UNI citata.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Sulle dimensioni nominali delle guarnizioni saranno consentite le tolleranze di cui al punto 2.3. della UNI 4920. Le categorie saranno caratterizzate dal diverso grado di durezza; ogni categoria sarà indicata a mezzo di apposito contrassegno colorato.

Ogni guarnizione dovrà inoltre riportare in modo indelebile:

- il nome ed il marchio del fabbricante;
- il diametro interno dell'anello ed il diametro della sezione in mm.;
- il trimestre e l'anno di fabbricazione nonché il diametro interno dei tubi su cui dovrà essere montata (per ogni mazzetta con un massimo di 50 elementi).

RILEVATI E REINTERRI

Generalità

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di reinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatti, a giudizio della Direzione.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti da cave di prestito.

L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di rilevati con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste.

Il terreno costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formeranno il corpo stradale, od opere consimili. Per i rilevati compattati, dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, ove necessario, scoticato per 10 cm. Inoltre la base di detti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale con pendenza superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti non meno di 30 cm, con il fondo in contropendenza.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata e quindi disposta in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 50 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà comunque essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche fossero tali, a giudizio della Direzione, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori.

Negli oneri relativi alla formazione dei rilevati è incluso, oltre quello relativo alla profilatura delle scarpate, delle banchine, dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, anche quello relativo alla formazione del cassonetto.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali ricche di humus, provenienti o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi o da cave di prestito, per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm. Le materie di scavo provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro, che risultassero esuberanti fossero idonee per la formazione dei rilevati o per il riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE

Ferme restando le prescrizioni di cui al punto precedente, per i rilevati da sottoporre a costipamento meccanico si richiederà una serie di operazioni atte sia ad accertare e migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni di impianto, sia a trattare opportunamente le stesse materie di formazione. Formazione dei piani di posa

I piani di posa di detti rilevati avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazioni alle pendenze dei siti di impianto. I piani saranno di norma stabiliti alla quota di 20 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un maggiore approfondimento. Raggiunta la quota prescritta, si procederà ai seguenti controlli, il cui onere è a totale carico dell'impresa ed inclusi in quelli previsti dall'art. 15 comm. 8 d.m. 145/2000:

- determinazione del peso specifico apparente del secco (densità del secco) del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio con prova di costipamento AASHO modificata;

- determinazione dell'umidità in sito nel caso di presenza di terre tipo A1 - A2 - A3 - A4 - A5 (terre ghiaiose, sabbiose, limose);
 - determinazione dell'altezza massima
 - determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose. Eseguite le determinazioni sopra specificate si passerà quindi alle seguenti operazioni:
- a) Se il piano di posa del rilevato è costituito da terre ghiaiose o sabbiose (gruppi A1 - A2 - A3) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento);
 - b) Se il piano di posa è costituito invece da terre limose od argillose (gruppi A4 - A5 - A6 - A7) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per un'altezza che dovrà essere indicata per caso e costipando fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 90% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (gruppi A1 - A2 - A3) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di terreni torbosi (gruppo A8). Per rilevati di altezza inferiore a 50 cm, se il piano di posa è costituito da terre argillose (gruppi A8 - A7) si procederà come in precedenza interponendo però uno strato di sabbia di schermo, di spessore non inferiore a 10 cm, onde evitare rifluimenti.

Nel caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm previa rimozione della cotica erbosa (che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato). Il materiale risultante dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, e portato a rifiuto se inutilizzabile.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione "Me", determinato con piastra da 16 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 kgf/cm², non dovrà essere inferiore a 150 kgf/cm² (1470 N/cm²).

FORMAZIONE DEI RILEVATI E RIEMPIMENTO DI SCAVI SU SEDE STRADALE

I rilevati verranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti dagli scavi o da apposite cave ed appartenenti ad uno dei gruppi A1 - A2 - A3 della classifica CNR-UNI. L'ultimo strato del rilevato, sottostante il piano di cassonetto, dovrà essere costituito, per uno spessore non inferiore a 30 cm costipato (e salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori), da terre dei gruppi A1 - A2-4 - A2-5 provenienti dagli scavi o da apposite cave di prestito.

Per il materiale proveniente da scavi ed appartenente ai gruppi A4 - A5 - A6 - A7 si esaminerà di volta in volta l'opportunità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e per tratti completi di rilevato. Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere posto in opera a strati successivi, di spessore uniforme

(non eccedente i 30 cm), con la pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque meteoriche (nel limite del 3% massimo). Ogni strato dovrà essere compattato fino ad ottenere in sito una densità del secco non inferiore al 90% di quella massima determinata in laboratorio con la prova AASHO modificata. Negli ultimi due strati verso la superficie, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, con la compattazione si dovrà raggiungere una densità del secco non inferiore al 95% della densità massima determinata come sopra; inoltre per l'ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressione Me, misurato in condizioni di

umidità prossimi a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 kgf/cm², non inferiore a 400 kgf/cm².

Ogni strato sarà compattato alla densità sopra specificata, procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido oppure al suo innaffiamento se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro diminuito del 5%. L'Appaltatore dovrà curare la scelta dei mezzi di costipamento nella forma più idonea per il raggiungimento delle densità prescritte, servendosi di norma:

- a) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1 - A2 - A3 (terre ghiaio-sabbiose): mezzi a carico dinamicosinusoidale od a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale;
- b) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A4 - A5 - A6 - A7 (terre limo-argillose): mezzi a rulli e punte e carrelli pigiatori gommati, eccezionalmente vibratorii.

Qualora nel materiale di formazione del rilevato fossero incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme di ciascuno strato e avere dimensioni non superiori a 10 cm se incluse in quello superficiale (per uno spessore di 2,00 m sotto il piano di posa della fondazione stradale). Resta dunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra 7,1 e 30 cm non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale pezzatura dovrà essere assortita; non sarà assolutamente ammesso materiale con pezzatura superiore a 30 cm. Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodo di gelo o su terreno gelato. Non si potrà comunque sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque fosse la causa, senza che lo stesso abbia ricevuto una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque pluviali e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

MASSICCIATE ED ACCIOTOLATI

- a) Rifacimento massicciate stradali in Macadam

Quando il materiale di ricoprimento degli scavi sia assestato si procederà alla ricostruzione della massicciata stradale demolita per l'esecuzione della condotta, impiegando bloccame calcareo con successiva ricarica di assestamento. Le massicciate avranno spessore non inferiore ai cm. 25 ed a lavori ultimati le strade dovranno avere il medesimo profilo ed andamento che avevano in precedenza.

L'Impresa dovrà a tutta sua cura e spese eseguire i ricarichi di pietrisco che per causa di pioggia o ulteriore assestamento della terra fossero necessari per rimettere al ripristino il piano stradale.

Qualora venisse richiesta la cilindratura della massicciata, essa verrà effettuata in due riprese mediante compressore stradale del peso di 16-20 tonn., effettuando il carico del pietrisco in due strati in modo da raggiungere a cilindratura ultimata il preesistente schema stradale.

Gli strati di pietrisco, man mano che verranno distesi e compressi, saranno innaffiati abbondantemente o cosparsi di sabbione (circa il 10%), onde facilitare la saldatura dei singoli pezzi di pietrisco.

La cilindratura verrà prolungata fino a consolidamento regolare e perfetto e in ogni caso non prima di aver eseguito almeno trenta passaggi su ogni strato.

- b) Rifacimento di acciottolati stradali

Per il rifacimento di acciottolati si dovrà asportare il vecchio sottofondo di sabbia e consistenza ad opera finita; i rifacimenti dovranno raccordarsi perfettamente alla sagoma del piano stradale.

CAPITOLO III PAVIMENTAZIONI STRADALI

3.1. PAVIMENTAZIONI STRADALI

Generalità

In linea generale, salvo diversa disposizione dalla D.L., la sagoma stradale per tratti in rettifilo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata al pendenza trasversale del 2.5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la D.L., in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la D.L., in base ai risultati delle indagini eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La D.L. potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso Laboratori Ufficiali.

L'approvazione della D.L. circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali. E' ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

3.2. STRATI DI FONDAZIONE

Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie	Passante %
crivelli e setacci UNI	totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 – 100
Crivello 25	60 – 87
Crivello 10	35 – 67
Crivello 5	25 – 55
Crivello 2	15 – 40
Crivello 0,4	7 – 22
Crivello 0,075	2 - 10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34-1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- e) equivalente in sabbia (CNR 27-1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n.4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variate dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

Inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in coro d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento. Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

In materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza previsti in progetto ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc \cdot (100 - x)}{100 \cdot Pc - x \cdot di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

X = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a m 35, compresa tra il 25% E IL 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 – 0.25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'Impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicate in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

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

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

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

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

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

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 – 1973) non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) compreso fra 30 – 60;
- e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

Legante

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

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

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

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

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

Acqua

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

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

Studio della miscela in laboratorio

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

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR – UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

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

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

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

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

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

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

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

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

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

Modalità esecutive

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

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

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

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

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

Posa in opera

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla

Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature: - rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t; - rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Protezione superficiale

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

Requisiti di accettazione

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

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

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

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

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

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

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

3.3. STRATO DI BASE

Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali – fascicolo n. 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici. Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

Inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n.4 delle norme C.N.R. – 1953 (“Norme per l'accettazione dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n.4 delle norme C.N.R. – 1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni

stradali”), con l’avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n.34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L’aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell’aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L’aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 – 1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d’asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%;

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Legante

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati “A” e “B”.

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com’è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo “A”, salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume “B” (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

TABELLA “BITUMI DI BASE”		BITUME “A”	BITUME “B”
CARATTERISTICHE	UNITA’	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K , 100 g, 5s	0,1 mm	65 85	85 100
Punto di rammollimento	C/K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C/K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99

Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C/333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	220 – 400	150 – 250
Viscosità dinamica a T = 160°C/433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,4 – 0,8	0,2 – 0,6

Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)

Viscosità dinamica a T = 60°C/333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	700 – 800	500 – 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100f, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C/K	≤ +8 / ≤ 281	≤ +10 / ≤ 283

L'indice di penetrazione, dovrà essere calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e + 1,0: indice di penetrazione = $20 u - 500 v / u + 50 v$ dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C); v = log. 800 – log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.				Passante: % totale in peso
Crivello 40				100
Crivello 30				80 ÷ 100
Crivello 25				70 ÷ 95
Crivello 15				45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60	Crivello 5	25 ÷ 50	
Setaccio 2				20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20	Setaccio 0,18	4 ÷ 14	
Setaccio 0,075				4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 – 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 – 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 – 1991;

Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento dei bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

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

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

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di muscolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della muscolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 270°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione

Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m². La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stessa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

3.4. STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell'Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n.4/1953 – ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”).

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n.4 delle Norme C.N.R. 1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U. n.34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 – AASHO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973),
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Nome per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) inferiore a 0,015 (C.N.R. 1371992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”).

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

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 – AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n.4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n.4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n.27 del 303-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n.

30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

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

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

Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo “A” e “B” riportato nel punto 1.2.1.2 della presente Sezione.

Miscela

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenute nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.				Passante: % totale in peso
Crivello 25				100
Crivello 15				$65 \div 100$
Crivello 10	$50 \div 80$	Crivello 5	$30 \div 60$	
Setaccio 2				$20 \div 45$
Setaccio 0,4	$7 \div 25$	Setaccio 0,18	$5 \div 15$	
Setaccio 0,075				$4 \div 8$

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 381973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la

stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).

- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra $3 \div 7\%$. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito in periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante: % totale in peso	Passante: % totale in peso
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	---
Crivello 15	90 – 100	100
Crivello 10	70 – 90	70 – 90
Crivello 5	40 – 55	40 – 60
Setaccio 2	25 – 38	25 – 38
Setaccio 0,4	11 – 20	11 - 20
Setaccio 0,18	8 – 15	8 – 15
Setaccio 0,075	6 – 10	6 - 10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al $10\% \pm 2\%$.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati; b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^6 cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Formazione e confezione degli impasti

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

Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi – aggregato (“dopes” di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido – poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

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

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180°C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico – chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

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

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume – aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, “sinopal” od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume – aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. – D 1664/80. Potrà essere inoltre effettuata la prova

di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ($\square$ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n°134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti.

Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettilineo-clotoide, rettilineo-curva); - abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbente).

Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato presentare le seguenti caratteristiche:

Legante "E": legante tipo "B" + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butadiene stirene a struttura radiale.

CARATTERISTICHE	UNITA'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	35 - 45
Punto di rammollimento	K	333+343
Indice di penetrazione		+1/+3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261

Viscosità dinamica a T = 80°C/ 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C/ 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 2

Legante “F”: legante tipo “B” + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butiadene stirene a struttura radiale.

CARATTERISTICHE	UNITA'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 70
Punto di rammollimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/+3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C/ 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C/ 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 1.8

Miscele

Sono previsti tra tipi di miscele, denominate rispettivamente: “granulone”, “l’intermedio” e “monogranulare”, che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %		
	Fuso a "Granulone"	Fuso B "Intermedio"	Fuso C "Monogranulare"
Crivello 20	100	100	100
Crivello 15	80 – 100	90 – 100	100
Crivello 10	15 – 35	35 – 50	85 – 100
Crivello 5	5 – 20	10 – 25	5 – 20
Setaccio 2	0 – 12	0 – 12	0 – 12
Setaccio 0,4	0 – 10	0 – 10	0 – 10
Setaccio 0,18	0 – 8	0 – 8	0 – 8
Setaccio 0,075	0 – 6	0 – 6	0 – 6

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati. Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima:	miscela "granulone"	(fuso A);
- drenabilità elevata:	miscela "intermedio"	(fuso B);
- drenabilità buona:	miscela "monogranulare"	(fuso C).

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento " α " in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. Fonoassorbente (α)
400 – 630	$\alpha > 0,15$
800 – 1600	$\alpha > 0,30$
2000 – 2500	$\alpha > 0,15$

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di α dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. Fonoassorbente (α)
400 – 630	$\alpha > 0,25$
800 – 1250	$\alpha > 0,50$
1600 – 2500	$\alpha > 0,25$

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 – 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso "A" e 600 kg per quelli con Fusi "C" e "B".

- il valore del modulo di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso “A” ed a 250 per i Fusi “B” e “C”; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 – 73) nei limiti di seguito indicati:

miscela “granulone”,	(fuso A)	16% - 18%
miscela “intermedio”	(fuso B)	14% - 16%
miscela “monogranulare”	(fuso C)	12% - 14%

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l’impianto di produzione e/o presso la stesa.

Inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova “Brasiliana”) (CNR 97 – 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	283 K	298 K	313 K
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	0.70 – 1.10	0.25 – 0.42	0.12 – 0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 55	≥ 22	≥ 12

Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, con l’avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 413 e 423 K per le miscele ottenute con legante bituminoso di tipo “E”.

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all’impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 – 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (K_v in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$$K_v = 15 \times 10^{-2} \text{ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).}$$

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d’acqua di 250 mm su un’area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm³/min per la miscela del fuso “A” e maggiore di 8 dm³/min per le miscele dei fusi “B” e “C”.

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m² 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all’interno dell’usura drenante.

3.5. TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Generalità

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

Trattamento con emulsione a freddo

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm^3 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato. Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massiciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massiciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massiciata.

Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m^2 di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa. L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m^3 1,20 per 100 m^2 , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massiciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

Trattamento a caldo con bitume liquido

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione $100 \div 120$ e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n.7 delle norme del C.N.R. del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300. In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzolini, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m² previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa. La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le arre così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa. Il materiale non riutilizzabile dovrà essere trasportato e smaltito in apposite discariche autorizzate a cura e spese dell'impresa esecutrice.

FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a sua insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L..

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di are un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

Generalità

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

Inerti

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura). La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso. Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm). b = % di aggregato passante al N.8 e trattenuto al N. 200 (0.074). c = % di aggregato passante al N. 200. d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%. d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

F = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove P_{1n} è:

$$P_{1n} = Pt - (P_v \times P_r)$$

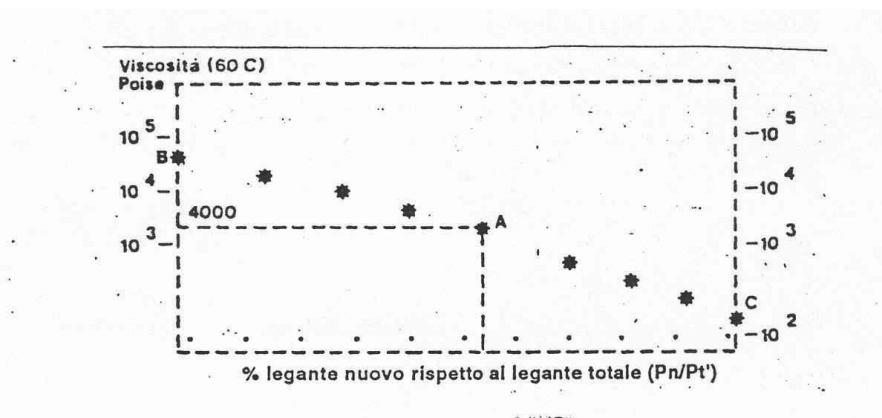
di cui:

P_v = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

P_r = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di P_n/P_t ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2.000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussées" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di

$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$ _____ da N.s.

Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore – mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C ÷ 140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

Posa in opera delle miscele

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in sito.

3.6. SPECIFICA DI CONTROLLO

Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

STRATI DI FONDAZIONE

Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria compresa del fuso riportato 1.1.1.1 e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
- b) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata e lenticolare;
- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) prova Los Angeles (CNR 34 – 1973) eseguita sulle singole pezzature con perdita in peso inferiore al 30%;
- e) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n.4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n.4 compreso

- f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro gironi di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

Inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1979).

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

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma presso Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio già riportate.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, per ogni singolo strato posto in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Caratteristiche dei materiali da impiegare Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- a) Granulometria compresa nel fuso riportato al punto 1.1.2.1.1 ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 – 1971);
- b) Dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) Prova Los Angeles (CNR 34 – 1973) con perdita in peso non superiore al 30% in peso;
- d) Equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) compreso fra 30 – 60;
- e) Indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

Legante

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

Dovranno soddisfare ai requisiti di legge e alle prescrizioni riportate nel punto 1.4.1 della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Acqua

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

Studio della miscela in laboratorio

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

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

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

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

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

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 $\pm$ 0.5 mm, peso pestello 4,535 $\pm$ 0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

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

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

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

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

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

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per la fornitura di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma presso Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in cantiere previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio, riportate in precedenza.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera. Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m² di strato di fondazione realizzato.

Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m³ di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

STRATO DI BASE

Caratteristiche dei materiali da impiegare Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- a) Granulometria: la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.2.1.1.
- b) Prova Los Angeles (CNR 34 – 1973) con perdita in peso sulle singole pezzature non superiore al 25% in peso;
- c) Equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) superiore a 50;
- d) Granulometria degli additivi (eventuali): che dovranno soddisfare i seguenti requisiti.

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n°80): passante in peso 100%; - setaccio UNI 0,18 (ASTM n°80): passante in peso 90%.

Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.2.1.2 del presente Capitolato.

Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 – 1973=) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 – 1991;

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni prelevati presso Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in cantiere previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40- 1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138 - 1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Prove in sito

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

Caratteristiche dei materiali da impiegare Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Inerti

Per strati di collegamento (BINDER)

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 – AASHO T96, con perdita in peso inferiore al 25% (C.N.R. 34 – 1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”).

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

Per strati di usura:

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 – AASHO T 96, con perdita in peso inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 – 1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n.4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art.5 delle norme C.N.R. fascicolo n.4 del 1953; ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n.27 del 303-1972) non inferiore al 55%;

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l’accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) con le limitazioni indicate per l’aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova RiedelWeber con concentrazione non inferiore a 6.

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

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

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

Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere preferibilmente di penetrazione $60 \div 70$ salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati al punto 1.2.1.2 per il conglomerato bituminoso di base.

Studio della miscela in laboratorio

L’Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all’inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l’Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

1) Strato di collegamento (binder):

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra $3 \div 7\%$. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni

trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati:

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^6 cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continui, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni prelevati presso Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in cantiere previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Prove di laboratorio

Valgono le stesse prescrizioni previste in precedenza.

12.3.1.6 Prove in sito

Valgono le stesse prescrizioni previste in precedenza.

CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati .