

TUBAZIONI, PEZZI SPECIALI E RACCORDI DI POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PeAD) – PE100

1. GENERALITÀ

Queste prescrizioni riguardano le caratteristiche di tubi e pezzi speciali realizzati con Polietilene ad Alta Densità (PeAD) avente un valore di MRS pari a 16Mpa (PE100), utilizzati per il convogliamento di fluidi in pressione, compresa l'acqua per uso potabile.

2. Riferimenti normativi per la fabbricazione, posa e collaudi in stabilimento e in opera dei tubi in PeAD

I tubi, i pezzi speciali e i raccordi in Polietilene ad Alta Densità (PeAD) dovranno essere conformi e rispondere, sia per la loro costruzione che per la posa in opera e collaudo, a quanto prescritto dalle norme UNI, e corrispondere, per quanto riguarda la tossicità del materiale, alla normativa igienico-sanitaria del Ministero della Sanità relativa ai manufatti per il trasporto di liquidi.

La Ditta, produttrice dei tubi e dei pezzi speciali, dovrà essere munita di un sistema di garanzia e certificazione di qualità aziendale (SQP) conforme alle Norme UNI EN serie 29000, ISO 9002 e UNI CEN EN 450012 e certificato da un Ente esterno qualificato (Marchio CISQ, SQP, EQNET, ecc...) e s.m.i.

3. Materie prime

I tubi di PE100 dovranno essere prodotti, solo ed esclusivamente, con polietilene ad alta densità avente un valore di M.R.S. (Minimum Required Strenght) pari a 16Mpa, certificato da un laboratorio indipendente che, a sua volta, dovrà essere munito di certificazione di conformità alle Norme ISO Serie 45000 e s.m.i. rilasciata da un Ente autorizzato.

4. Marcatura dei tubi, degli apparecchi idraulici, delle flange e delle guarnizioni

I tubi e i raccordi devono riportare almeno le seguenti informazioni:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente riconosciuto;
- tipo di materiale (PE100);
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- pressione nominale, SDR (Standard Dimention Ratio), Spessore;
- codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione;
- ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore.

La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile.

Sul corpo degli apparecchi, ove possibile devono essere riportati in modo leggibile e indelebile:

- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica;
- Diametro nominale (DN);
- Pressione nominale (PN);
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo;
- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

È richiesta inoltre la documentazione attestante la qualità della ghisa sferoidale EN - GJS.

Tutti gli apparecchi e i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla DL

Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla DL

L'amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelievamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni.

L'impresa non potrà accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

Le guarnizioni elastomeriche in ecogomma, ecofibra o gomma telata, impiegate negli acquedotti dovranno essere realizzate esclusivamente con materiale atossico, secondo il D.M. n.174 del 06/04/2004. Viti e dadi da utilizzarsi per il serraggio dovranno essere in acciaio inox con filettatura metrica ISO con testa esagonale e caratteristiche secondo UNI EN ISO 4014:2011.

5. Accettazione dei tubi

Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi, la DL ha facoltà di sottoporre le tubazioni a prove di conformità presso il laboratorio dello stabilimento della ditta fornitrice o presso laboratori qualificati e ufficialmente riconosciuti (laboratorio dell'IIP oppure laboratori certificati secondo le norme ISO SERIE 45000 e s.m.i.

Deve essere documentate la conformità ai requisiti EN12201 parte 1 della materia prima impiegata nella estrusione dei tubi forniti. La documentazione deve riportare i valori:

- MRS, Minimum Required Strength: basato sul valore di sforzo σ in accordo con la norma UNI EN ISO 12162, laddove σ è il valore dello sforzo (espresso in MPa) caratteristico del materiale, che rappresenta la resistenza a lungo termine a una temperatura di 20 °C con pressione di acqua interna, continuativamente per almeno 50 anni:

σ [MPa]	MRS [MPa]
8.0 - 9.99	8
10.0 - 11.19	10

- OIT, Oxidation Induction Time: test standardizzato per la valutazione del tempo di induzione all'ossidazione che misura il livello di stabilizzazione termica del materiale testato. Viene misurato il tempo tra la fusione e l'inizio della decomposizione in condizioni isoterme;
- RCP, Rapid Crack Propagation (Resistenza alla Fessurazione Rapida): valori di pressione e temperatura critiche di propagazione del crack su tubi in plastica, secondo lo standard internazionale ISO 13477.

- ❑ SCG, Slow Crack Growth (Resistenza alla Fessurazione Lenta): che misura il tempo di propagazione delle cricche che portano a collasso la tubazione.

La DL avrà facoltà di acquisire le certificazioni di cui al punto 3 del presente Disciplinare, relative alla materia prima utilizzata nella produzione del tubo, verificandone l'effettivo impiego attraverso i documenti relativi alle procedure di rintracciabilità adottate dall'azienda produttrice dei tubi, e avrà anche facoltà di acquisire i documenti comprovanti il possesso da parte dell'azienda fornitrice delle tubazioni della Certificazione Sistemi di Qualità Aziendali (SQP) sulla base delle Norme UNI EN serie 29000, ISO 9000 e UNI CEN EN 45012 (Marchio CISQ, SQP, EQNET).

Ai fini dell'accettazione sarà considerato lotto la fornitura di ciascun diametro o parte di questa fino al raggiungimento di una qualità, o frazione, variabile per fasce di diametro come indicato nella tabella sotto riportata.

FASCIA DI DIAMETRI

$0 \leq 110$
 $110 < 315$
 ≥ 315

DIMENSIONI DEL LOTTO

5.000m o frazioni
2.000m o frazioni
1.000m o frazioni

6. Trasporto e accatastamento dei tubi

Il trasporto delle tubazioni dovrà essere effettuato con mezzi e modalità indicate dalla ditta fornitrice. In ogni caso sono vincolanti le norme di limitazione dell'ingombro dei carichi, stabilite dal Codice della strada.

Il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e la movimentazione verranno eseguiti per mezzo di gru o del braccio di un escavatore. I tubi dovranno essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata dotato di braghe.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e da pietre appuntite. È ammesso lo scarico e l'accatastamento su ghiaia, sabbia, asfalto e cemento, evitando però il trascinarsi del tubo. Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purché il piano di arrivo sia composto dal terreno vegetale o il tubo venga appoggiato su traversine.

L'altezza di accatastamento non dovrà superare i 2,00m, qualunque sia il diametro dei tubi.

Quando i tubi sono accatastati all'aperto per lunghi periodi devono essere protetti dai raggi solari.

Nel caso di tubi di diametro superiore o uguale a 450mm occorre armare interamente le testate per evitare eccessive ovalizzazioni.

7. Curvatura per flessione normale

I tubi di PE100 potranno essere curvati a freddo, senza sollecitare eccessivamente il materiale, con un raggio minimo di curvatura pari a 40 volte il diametro ($R=40D$).

Le curve in orizzontale dovranno essere bloccate nello scavo con sacchetti di sabbia prima del riempimento, in modo da evitare che il tubo sforzi sulle pareti dello scavo stesso.

L'esecuzione in cantiere di lavorazioni a caldo di tubi e/o pezzi speciali è assolutamente vietata.

8. Giunzioni

Le giunzioni fra tubo e tubo, oppure fra tubo e raccordo o apparecchiature, ecc., dovranno rientrare nei tipi di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate per ciascun tipo di giunzione hanno carattere indicativo, comunque dovranno essere seguite le eventuali prescrizioni dei fornitori.

Si escludono in ogni caso le giunzioni con giunti a serraggio meccanico tipo "Gibault" o similari, sia per unire tra loro tubi in PeAD e sia i tubi in PeAD con diverso materiale (tubazioni e/o apparecchiature).

8.1. Giunzioni per saldatura

Esse dovranno essere eseguite da personale qualificato, con idonee apparecchiature, tali da garantire le minime possibilità d'errore nelle temperature, nelle pressioni e nei tempi, adottando le opportune protezioni in caso di precipitazioni, di vento, di eccessiva presenza di polvere, ecc.

8.2. Saldatura testa a testa

È usata nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo in PE100 quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi, costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente.

Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o a gas con regolazione automatica delle temperature.

Le testate dei manufatti dovranno essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali, per i piccoli diametri, ed elettriche per diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderate per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina o altri solventi clorurati.

I due pezzi da saldare verranno quindi posizionati e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento verrà inserito fra le testate che saranno premute contro la superficie. Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento verrà estratto e le due testate saranno premute l'una contro l'altra fino a che il materiale non ritornerà allo stato solido. La saldatura non dovrà essere rimossa, se non quando la zona saldata si sarà raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 500°C.

Tutti i parametri di saldatura dovranno essere conformi alla norma UNI 10520.

Le attrezzature presenti in cantiere per le operazioni di saldatura dovranno risultare sempre adeguatamente revisionate (massimo ogni 2 anni), secondo le norme UNI 11732:2018 e UNI ISO 12176-1:2018 (per la saldatura testa a testa) e UNI 10566 (per la saldatura con raccordo elettrosaldabile).

8.3. Saldatura a manicotto termico

La saldatura a manicotto termico si esegue riscaldando elettricamente il manicotto nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene.

L'attrezzatura consiste, principalmente, in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina i tempi di fusione.

Per una buona riuscita della saldatura ci si dovrà accertare che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità e untuosità.

Le parti che si innestano nel manicotto dovranno essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale.

La saldatura non dovrà essere forzata in alcun modo, se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 500°C.

8.4. Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio

Tale tipo di giunzione dovrà essere realizzato seguendo l'ordine di operazione seguente:

1. tagliare il tubo nella lunghezza richiesta;
2. separare le parti dal raccordo e montarle sul tubo cominciando dalla ghiera, seguita dall'anello di serraggio conico, curando che questo sia disposto nella direzione esatta, cioè con la parte terminale maggiore verso il raccordo;
3. infilare il tubo nel corpo del raccordo fino a che non oltrepassi la guarnizione elastomerica e tocchi la battuta interna del corpo del raccordo;
4. accostare l'anello di serraggio conico al corpo del raccordo ed avvitare strettamente la ghiera al raccordo stesso.

8.5. Giunto a flangia libera con collare di appoggio

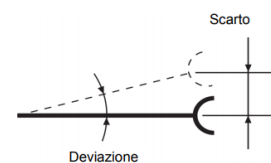
Tale tipo di giunzione potrà essere effettuato anche fra tubi di materiale diverso o per il collegamento a pezzi speciali.

Si realizza con flange scorrevoli infilate su collari saldabili.

Le flange potranno essere di normale acciaio al carbonio oppure di acciaio plastificato o qualunque altro materiale idoneo allo scopo.

La giunzione dovrà essere effettuata secondo il seguente ordine di operazione:

1. infilare la flangia libera nell'estremità del tubo;
2. saldare il collare d'appoggio al tubo;
3. disporre la guarnizione elastomerica nell'apposita scanalatura del collare;
4. bullonare effettuando il serraggio a croce.



8.6. Giunto a bicchiere con guarnizione Tyton

Il giunto Tyton è un giunto elastico – automatico per reti in pressione. La tenuta idraulica è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione in elastomero (EPDM) posizionata nel lato a bicchiere del giunto, mediante la semplice introduzione dell'estremità liscia di un tubo o di un raccordo nel bicchiere stesso.

La guarnizione per giunti Tyton è compatibile con tutti i tubi e i raccordi dotati di giunti a bicchiere Tyton delle gamme per l'acqua, l'antincendio e l'irrigazione. La guarnizione è idonea per l'utilizzo a contatto con le acque destinate al consumo umano in conformità a quanto disposto dal D.M. 174/2004.

DN mm	Deviazione angolare gradi
80	5°
100	5°
125	5°
150	5°
200	4°
250	4°
300	4°
350	3°
400	3°
450	3°
500	3°
600	3°

I giunti a bicchiere permettono una deviazione angolare. Oltre a vantaggi in termini di posa o di assorbimento dei movimenti del terreno, la deviazione angolare permette di realizzare curve a grande raggio senza l'utilizzo di raccordi e l'adattamento della condotta a eventuali modifiche di tracciato.

Il giunto Tyton permette un gioco assiale, utile per assorbire dilatazioni di piccola ampiezza. Il gioco assiale deve essere considerato come una sicurezza e non deve essere utilizzato in scorrimento continuo. La deviazione angolare e il gioco in lunghezza accettato dal giunto Tyton gli assicurano un eccellente comportamento in caso di movimenti del terreno o di erosione del letto di posa.

8.7. Giunto di smontaggio a tre flange

Sono presenti giunti di smontaggio a corsa lunga per installazione/rimozione e messa in opera di apparecchiature idrauliche flangiate lungo linea su condotte idriche.

Diametri da 50 fino a 2000 mm, dimensionamenti e flangiature: PN10 – PN16 e PN25.

Corpo e flange in ghisa sferoidale di qualità non inferiore a GS 400-15 o GS 500-7 (secondo UNI EN 1563 e UNI EN ISO 945-1:2019), bulloneria in acciaio zincato Cl. 4.8 (UNI EN ISO 898-1:2013), guarnizione (O-Ring) in elastomero (EPDM) (UNI EN 681-1:2006).

Flange forate secondo UNI EN 1092-1:2018.

I tiranti dovranno essere in numero pari al numero di fori presenti sulle flange delle apparecchiature da accoppiare; le barre filettate dovranno essere corredati di tappi di protezione in gomma alle estremità. Tutti i materiali a contatto con l'acqua devono essere atossici.

8.8. Collegamenti con altri materiali

Qualora si rendesse necessaria la giunzione di tubazioni di PE100 con tubi di altra natura (metallico o plastico di natura diversa) è, in ogni caso, vietato l'uso di collanti o di malta cementizia e di giunti a serraggio meccanico tipo "Gibault".

Sarà il progettista o, in mancanza, il Direttore dei Lavori a dare l'esatta indicazione circa il sistema prescelto.

Il collegamento fra tubi di PE100 con apparecchiature metalliche; in genere dotate di estremità flangiate, potrà essere effettuato mediante il normale collegamento a flangia.

Le apparecchiature così collegate dovranno essere ancorate a blocchi di calcestruzzo in modo tale che non si producano sforzi di flessione e/o di torsione sui manufatti adiacenti.

8.9. Guarnizioni elastomeriche

I requisiti dei materiali elastomerici e le prove di controllo sono prescritti dalla norma UNI EN 681-1:2006 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle guarnizioni è subordinata all'esibizione di certificazione ufficiale relativa alle prove di migrazione secondo quanto previsto dal Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute.

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in locali sufficientemente asciutti, freschi ed oscuri, evitando la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari.

Le guarnizioni devono riportare le seguenti marcature previste dalla norma UNI EN 681-1:2006:

- la dimensione nominale;
- l'identificazione del fabbricante;
- il numero della norma UNI EN 681-1:2006, con il tipo di applicazione (WA) e la classe di durezza;
- il trimestre e l'anno di fabbricazione;
- l'indicazione abbreviata della gomma (per esempio EPDM).

9. Prova idraulica in opera

La prova idraulica delle tubazioni a pressione verrà fatta su tratti di lunghezza a giudizio della DL ma comunque non oltre i 500m circa.

Essa verrà effettuata dopo l'operazione di rinfiacco e di primo riempimento dello scavo.

Dopo avere verificato che tutti i giunti e altri eventuali punti caratteristici della tratta siano rimasti scoperti, si procederà all'esecuzione della 1ª prova di collaudo nei modi indicati di seguito:

- 1) collegare la tratta in prova alle apparecchiature di collaudo, quali mano-metro di precisione, tarato e certificato da un Istituto o Laboratorio Ufficiale, rubinetti, valvole, tronchetti e quant'altro necessario;
- 2) inserire nel punto più depresso della tratta in esame il manometro registratore, anch'esso tarato e certificato da un Istituto o Laboratorio Ufficiale;
- 3) riempire la tratta di condotta con una pompa e far salire la pressione gradatamente di 1 kg_f/cm² al minuto, fino a raggiungere la pressione di collaudo;
- 4) raggiunta la pressione di collaudo, che dovrà essere superiore di 1,5 volte quella nominale, la prova dovrà essere protratta per 12 ore consecutive. Nell'arco di tale periodo è accettato un calo massimo di pressione di 0,2MPa (2bar); il valore dovrà poi stabilizzarsi e rimanere costante per almeno le ultime 6 ore. In questo caso, la prova sarà ritenuta positiva.

A esito positivo della suddetta 1ª prova si procederà, anzitutto, al rinfiacco e al primo riempimento degli elementi rimasti scoperti durante il collaudo, quindi al totale rinterro del tronco in esame, nei modi prescritti. A rinterro ultimato, la tratta sarà sottoposta alla 2ª prova di collaudo in opera con le medesime modalità indicate per la 1ª prova, assumendo però, quale pressione di prova quella nominale delle tubazioni, ovvero quella idrostatica di esercizio se più alta, e per un tempo di 6 ore.

Nell'ipotesi che le suddette prove in opera non dovessero dare esito soddisfacente l'Impresa, che comunque rimane unica responsabile, pur rispettando tutte le indicazioni e le modalità suddette, dovrà provvedere, a sua cura e spesa, ad effettuare le necessarie riparazioni delle perdite e/o le eventuali sostituzioni di tubi difettosi, prima di procedere alla ripetizione delle prove di collaudo in opera.

10. Collaudo in fabbrica

Il collaudo in fabbrica quando richiesto dalla Direzione dei Lavori, è di regola eseguito in fase di produzione e prima del rivestimento dei materiali; esso deve essere effettuato presso la fabbrica del produttore che deve fornire le macchine di prova, il materiale, gli strumenti di controllo ed il personale necessari.

Il collaudatore deve essere avvisato in tempo utile dell'inizio delle operazioni di collaudo; può assistere al prelievo, alla preparazione delle provette ed alle relative prove idrauliche.

Se il collaudatore non è presente per assistere a tali operazioni al momento convenuto, il fabbricante può procedere al collaudo senza la presenza del collaudatore.

In tal caso, il fabbricante deve rilasciare il certificato di collaudo della fornitura secondo la norma UNI EN 10204:2005 contenente i risultati delle prove prescritte dalla norma UNI EN 545:2010.

Tale certificato deve pervenire alla Direzione Lavori prima della spedizione dei materiali.

Il numero di pezzi da prelevare e le prove da eseguire sono così stabiliti:

- verifica dimensioni: n.3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova idraulica: n. 3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova di durezza Brinell: n.3 pezzi per ogni lotto o frazione di lotto;
- prova di trazione: n.1 pezzo per ogni lotto o frazione di lotto.

Salvo diversi accordi all'ordine, i lotti si intendono costituiti da:

- n. 1000 tubi per DN ≤ 100;

- n. 500 tubi per DN 125 ÷ 300;
- n. 200 tubi per DN ≥ 350;
- n. 5000 pezzi speciali per figura.

Le prove ed i controlli devono essere effettuati secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 545:2010 e dalla norma UNI EN 1559-3:2011.

In particolare, le prove meccaniche dovranno avere i seguenti risultati:

10.1. Prova di durezza

La prova di durezza Brinell, eseguita secondo UNI EN ISO 6506-1:2015, utilizzando una sfera di acciaio di diametro 2,5 mm o 5 mm o 10 mm, deve fornire i valori seguenti:

- per tubi: HB ≤ 230;
- per raccordi ed accessori: HB ≤ 250.

Le misure si eseguono sulle superfici esterne dei pezzi, dopo leggera molatura.

10.2. Prove di trazione

Devono fornire i seguenti risultati:

- carico unitario di rottura per i tubi: $R_m \geq 420$ MPa;
- carico unitario di rottura per i raccordi: $R_m \geq 420$ MPa;
- allungamento minimo dopo rottura per i tubi: $A \geq 10\%$, per DN fino a 1000 mm;
- allungamento minimo dopo rottura per i tubi: $A \geq 7\%$, per DN da 1200 a 2000 mm;
- allungamento minimo dopo rottura per i raccordi: $A \geq 5\%$, per tutti i DN;
- carico unitario di scostamento dalla proporzionalità:

$R_p 0,2 = 270$ Mpa, se $A \geq 12\%$, per DN fino a 1000 mm oppure $A \geq 10\%$ per DN > 1000;

$R_p 0,2 = 300$ Mpa negli altri casi.

Le caratteristiche dimensionali delle provette da adoperare nelle prove di trazione sono riportate nella norma UNI EN 545:2010.

11. Ancoraggi

Nei tratti di condotta in cui è stato previsto l'uso di guarnizioni scorrevoli con guarnizione elastomerica, in corrispondenza di curve o di eventuali testate, si dovranno predisporre masselli di calcestruzzo allo scopo di distribuire sulle pareti dello scavo la spinta dovuta alla pressione interna.

12. Raccordi e accessori

Per questi pezzi (che vengono forniti in genere in appositi imballaggi), se sono forniti sfusi, si dovrà avere cura nel trasporto e nell'immagazzinamento di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

12.1. Saracinesche metalliche a tenuta

Valvola costituita da un involucro (corpo e cappello) entro il quale scorre perpendicolarmente al flusso e lungo apposite guide un disco otturatore (cuneo) che seziona il fluido da monte a valle.

La saracinesca è considerata il classico organo di intercettazione e svolge correttamente la sua funzione solo nelle due posizioni estreme APERTO/CHIUSO. Infatti la particolare conformazione a cuneo dell'otturatore non ne consente il posizionamento intermedio per svolgere azione di strozzatura o regolazione in quanto causa di vibrazioni e cavitazione che compromettono velocemente le caratteristiche meccaniche della valvola.

Le parti principali della saracinesca (corpo, cappello, otturatore, cavalletto) sono costruite in ghisa grigia. Tutte le saracinesche dovranno essere costruite con quattro sedi di tenuta: due nel corpo e due nell'otturatore che possono essere inserite mediante ricalcatura in una cava a coda di rondine, oppure saldate ove possibile. A discrezione del produttore per i diametri piccoli il cuneo può essere realizzato anche completamente in bronzo o ottone fuso. La conicità delle sedi deve essere compresa fra l'8% ed il 16%. La finitura delle superfici di contatto deve essere tale da garantire la perfetta tenuta. Gli steli di manovra sono ricavati da barra grezza, stampati o fucinati. Sugli steli costruiti in ottone o bronzo la corona non deve essere ricavata per riporto o applicata tramite filettatura. La filettatura dello stelo deve essere trapezoidale ed a un solo principio.

Il diametro dello stelo deve assicurare la possibilità di manovre con pressione differenziale pari alla pressione nominale PN. Le madreviti devono essere costruite con lunghezza non inferiore a cinque volte il passo dello stelo.

Il produttore deve dichiarare gli sforzi di manovra sul volantino, rimanendo inteso che eventuali accessori di manovra, come by-pass e riduttore, devono essere esplicitamente richiesti. Il comando può essere diretto a mezzo volantino, riduttore manuale, attuatore elettrico, idraulico o oleodinamico. Qualora la valvola venga richiesta con attuatore elettrico, il committente è tenuto a precisare il tempo T_c di manovra per una chiusura o apertura completa. In assenza di tale indicazione, il produttore dichiarerà il tempo effettivo di manovra dell'attuatore installato e ogni responsabilità sull'effettiva rispondenza alle esigenze dell'impianto rimarrà a carico del committente. La flangia di attacco del riduttore o dell'attuatore elettrico deve essere conforme alle norme UNI EN ISO 5210:2017. In considerazione della varietà di impieghi la saracinesca può essere, a richiesta ed in funzione del diametro, dotata di accessori vari quali:

- indicatore di posizione;
- fine corsa;
- tappo di spurgo sul fondo;
- prese manometriche.

Per quanto riguarda la forma costruttiva e le dimensioni si richiama quanto indicato dalla norma UNI EN 1074-2:2004.

12.2. Valvole a farfalla

Valvola costituita da un disco otturatore che, ruotando su due perni mossi da un attuatore esterno manuale o servo-azionato, può portarsi da una posizione nel piano contenente l'asse della tubazione (valvola aperta) fino alla posizione di contatto con la sede di tenuta garantendo una chiusura perfetta.

La valvola a farfalla è un organo di sezionamento, considerata come il classico organo di intercettazione e svolge correttamente la sua funzione solo nelle due posizioni estreme APERTO/CHIUSO.

La valvola deve avere il corpo in un unico pezzo fuso, flangiato alle estremità, provvisto di area di appoggio e avere uno scartamento secondo ISO 5752-14:1982. Il disco deve essere progettato in modo tale che la sua forma idrodinamica riduca al massimo le perdite di carico ed assicuri un movimento senza vibrazioni. Lo stesso è assemblato al corpo valvola tramite due perni posti in posizione eccentrica

rispetto al baricentro dell'otturatore. Questa posizione consente il preciso appoggio della guarnizione sulla sede di tenuta limitandone notevolmente l'usura.

La sezione interna della valvola non deve permettere deposito di corpi estranei anche in presenza di acque particolarmente sporche. La tenuta nel corpo deve essere realizzata in acciaio inossidabile. La guarnizione di tenuta, in materiale elastico anti-invecchiamento e atossica, deve essere alloggiata nel disco e trattenuta da un anello metallico, realizzato in ghisa sferoidale, in un unico pezzo o a settori, fissato al disco stesso mediante viti di acciaio inossidabile chiuse meccanicamente. Non è accettabile il blocco delle viti mediante resine. La tenuta deve essere bidirezionale. La guarnizione deve essere del tipo automatico e deve garantire una compressione uniforme su tutta la sua circonferenza. Deve essere garantita la possibilità di sostituzione della guarnizione senza smontare la valvola dalla tubazione. Gli alberi di supporto del disco devono essere in acciaio inossidabile aventi carico di rottura non inferiore a 800N/mm² e non devono essere a contatto con il fluido. Le boccole in materiale autolubrificante dovranno permettere la sostituzione degli O-ring di tenuta con facilità senza dover sorreggere alberi e disco. Il dispositivo di manovra può essere del tipo a vite senza fine. Deve essere stagno con grado di protezione minimo IP 67 (CEI EN 60529:1997-06) e lubrificato adeguatamente in modo da non richiedere alcuna manutenzione. Deve garantire una facile manovra alla massima pressione differenziale pari a quella nominale PN.

L'albero del riduttore deve essere in acciaio inossidabile e provvisto di fine corsa meccanici. La flangia di attacco del riduttore deve essere conforme alla norma UNI EN ISO 5211:2017. La rotazione da imprimere al volantino per chiudere la valvola deve avvenire in senso orario. Tutti i bulloni a contatto con il fluido interno devono essere in acciaio inossidabile. Qualora la valvola venga richiesta con attuatore elettrico, il committente è tenuto a precisare il tempo di manovra per una chiusura o apertura completa. In assenza di tale indicazione, il produttore deve dichiarare il tempo effettivo di manovra dell'attuatore installato e ogni responsabilità sull'effettiva rispondenza alle esigenze dell'impianto resta a carico del committente.

Tabella 2. Materiali della valvola a farfalla flangiata.

Corpo e disco	Ghisa sferoidale EN GJS-400-15 oppure GJS 500-7 EN 1563
Alberi	Acciaio Inox X20Cr13 EN 10088-1
Sede di tenuta sul corpo	Acciaio Inox X2CrNiMo17-12-2 EN 10088-1
Guarnizione di tenuta	Gomma – EPDM EN 681-1
Ghiera premiguarnizione	Ghisa sferoidale EN GJS-400-15 oppure GJS 500-7 EN 1563
Bulloneria interna	Acciaio Inox A2-70 EN 898-1
Bulloneria esterna	Acciaio Inox A2-70 EN 898-1
Boccola a strisciamento	Bronzo G-CuSn6Zn4Pb2-B

12.3. Idrovalvole

L'idrovalvola è un apparecchio idraulico azionato di norma dallo stesso fluido convogliato e destinato a svolgere operazioni di *intercettazione e sezionamento ON/OFF* e/o, in combinazione con speciali sensori idraulici, di *regolazione e controllo*.

L'idrovalvola mantiene costante su un valore prefissato a meno delle tolleranze ammesse, la pressione in rete immediatamente a valle o monte, indipendentemente dalla portata defluente e dalla pressione rispettivamente a monte o a valle, entro i limiti previsti dal produttore.

Le idrovalvole di regolazione della pressione si distinguono in:

- riduttrici, regolatrici della pressione a valle;
- di sfioro o mantenimento della pressione di monte (dette anche di sostegno pressione).

La valvola è autoazionata da attuatore idraulico, a membrana o, in casi particolari, a pistone, parte integrante della valvola stessa e alimentato dal fluido convogliato o da altro fluido in pressione. Queste valvole, normalmente costruite fino a DN600, si distinguono in diverse tipologie:

- **Idrovalvola normalmente aperta**

È il tipo di idrovalvola di impiego più generale: si chiude controcorrente, immettendo pressione nella camera dell'attuatore.

- **Idrovalvola normalmente chiusa**

La tipologia d'impiego è circoscritta a situazioni particolari. L'idrovalvola NC si apre in controcorrente, mediante l'immissione di fluido in pressione nella camera dell'attuatore.

- **Ad azione bidirezionale detta anche a "doppia camera"**

tale cioè che l'apertura e la chiusura siano provocate immettendo pressione in una delle due camere di cui è dotato l'attuatore idraulico. Tipologia adottata per particolari funzioni di controllo dell'idrovalvola: bassa pressione; chiusura o apertura ritardate, ecc.

La costruzione è robusta e compatta con bocche coassiali o a squadra, atta a garantire la perfetta tenuta anche dopo frequenti manovre e lungo uso con acque anche torbide: pertanto la tenuta non può avvenire tra due sedi rigide, ma almeno una sede deve essere in elastomero particolarmente resistente all'usura e di sagoma tale che non sia richiesta, per assicurare la tenuta tra le sedi stesse, una compressione pregiudizievole per funzionamento e durata dell'apparecchio stesso.

Deve pure essere agevole scaricare l'acqua dalla valvola per evitare danni da gelo.

Per idrovalvole di massa superiore a 25kg, sono da prevedersi adatti golfari per una più agevole e sicura movimentazione dell'apparecchio con annessi organi di comando.

Tutti i componenti di idrovalvole della stessa marca, classe e misura devono essere perfettamente intercambiabili e consentire una agevole manutenzione; in particolare deve essere tenuta presente la possibilità di rimozione dell'attuatore e del dispositivo otturatore senza la rimozione del corpo dell'idrovalvola dalla tubazione.

Il corpo deve essere a flusso avviato studiato per evitare turbolenze, depositi, ristagno d'aria e per rendere minimale perdite di carico e conseguentemente massimo il coefficiente di efflusso.

Il produttore deve produrre il diagramma delle perdite di carico esteso al campo delle portate consigliate, nonché il diagramma delle variazioni del coefficiente di efflusso ai diversi gradi di apertura della idrovalvola.

In via generale, per idrovalvole di semplice sezionamento (ON/OFF) la perdita di carico deve risultare $\leq 0,2$ bar a valvola aperta, con pressione in rete maggiore di 2bar, e una velocità dell'acqua di 3m/s nel tubo di pari DN.

Il produttore deve altresì indicare la minima pressione di lavoro.

L'idrovalvola, corredata di apposito dispositivo di manovra (pilota) deve effettuare la chiusura e l'apertura della luce di passaggio lenta e progressiva per ridurre le sovrappressioni dinamiche. Il produttore, a richiesta del committente, deve indicare i tempi minimi di chiusura e apertura dell'idrovalvola equipaggiata con un particolare pilota e nelle effettive condizioni di esercizio.

A richiesta, il circuito pilota può essere anche dotato di un organo di regolazione (per esempio un rubinetto a spillo) per variare in opera i tempi di chiusura e apertura; detto dispositivo, a taratura effettuata, deve poter essere bloccato con piombatura. o con altro idoneo mezzo atto a evitare manomissioni.

12.4. Dispositivi di sfiato automatico

Apparecchiatura da installare nei punti alti di reti in pressione e atta a espletare automaticamente una o più delle seguenti funzioni:

- attraverso una luce di passaggio di grande sezione consentire l'entrata di aria nella condotta durante la fase di svuotamento dall'acqua della condotta stessa;
- attraverso una luce di passaggio di grande sezione consentire la fuoriuscita nell'atmosfera dell'aria contenuta in condotta durante la fase di riempimento con acqua della condotta medesima;
- attraverso una luce di passaggio di piccola sezione consentire lo spurgo verso l'atmosfera di limitate quantità di aria durante il normale funzionamento in pressione della rete.

La chiusura della luce di passaggio per evitare la fuoriuscita di acqua avviene in via diretta, mediante adatti otturatori a galleggiante. La chiusura deve avvenire a tenuta ermetica.

La costruzione deve essere robusta e compatta, non facilmente soggetta a manomissione o vandalismi. All'interno del corpo sono alloggiati uno o più galleggianti, a seconda della funzione svolta che devono potersi muovere liberamente per tutta la escursione ad essi consentita senza possibilità di bloccaggio contro la parete del corpo in posizione intermedia. Detti organi non devono essere facilmente accessibili dall'esterno.

Negli sfiati a bassa pressione l'interno del corpo deve essere configurato in modo tale da impedire che un forte flusso di aria in uscita sospinga il galleggiante contro la sede dell'orifizio di scarico provocandone l'indebita chiusura.

I galleggianti devono essere indeformabili e non soggetti ad assorbire umidità. Le superfici di tenuta sui galleggianti e sulle luci di efflusso non devono manifestare deformazioni permanenti o incisioni, pregiudizievoli per una tenuta ermetica, per effetto della reciproca compressione.

La scelta dei materiali delle sedi di tenuta a contatto e la forma delle sedi stesse devono essere tali da evitare incollamenti e bloccaggi reciproci anche in presenza di acque irrigue torbide e dei conseguenti sedimenti. In ogni caso almeno una delle sedi di tenuta a contatto, viene realizzata in elastomero particolarmente resistente all'usura e all'invecchiamento.

Tutti i componenti dello sfiato di una stessa marca, tipo e misura devono essere perfettamente intercambiabili e consentire una agevole manutenzione.

Lo sfiato deve essere dotato di un organo di sezionamento che consenta di escludere lo sfiato stesso dalla sottostante tubazione, per manutenzione o sostituzione di parti deteriorate senza necessità di svuotare la condotta. Detto organo di sezionamento può essere costituito da una saracinesca o valvola a farfalla posta sotto lo sfiato o essere integrato in monoblocco con lo sfiato. La tenuta dell'otturatore viene assicurata da elastomero opportunamente sagomato per garantire l'ermeticità anche dopo ripetute manovre di chiusura e apertura in presenza d'acque anche torbide.

L'apparecchio, salvo diversa pattuizione, deve avere il raccordo inferiore a flangia. L'apparecchio, è previsto solo per il montaggio ad asse verticale e deve poter funzionare perfettamente anche con scostamento fino a 5° del suo asse dalla verticale. Devono essere agevoli le operazioni di controllo, smontaggio e rimontaggio con eventuale sostituzione degli elementi costituenti l'apparecchio stesso. Opportuni dispositivi dovranno consentire il bloccaggio dell'apparecchio, così da rendere particolarmente difficoltose e non occultabili manomissioni.

Per le apparecchiature è prevista l'installazione all'aperto con esposizione permanente agli agenti atmosferici oppure entro pozzetti ispezionabili.

Lo sfiato dovrà garantire il buon funzionamento della rete in pressione permettendo il degasaggio in pressione dell'aria presente e il rientro o l'uscita di grandi volumi d'aria in occasione di svuotamento o riempimento delle condotte.

12.5. Misuratori di portata

Il misuratore di portata è a induzione elettromagnetica, con alimentazione da pacco batterie contenuto nel misuratore stesso, idoneo per fluidi con conducibilità superiore a $5\mu\text{s}/\text{cm}$, approvato PED (Pressure Equipment Directive) e composto da:

- ❑ Tubo Sensore in versione flangiata con attacchi dimensionati PN16, UNI EN 1092:2018, tubo sensore in acciaio inox AISI 304 e tubo di misura in acciaio al carbonio con rivestimento in polvere di poliestere con rivestimento interno in EPDM (Ethylene-Propylene Diene Monomer) approvato WRC (Water Research Centre, omologazione britannica per l'acqua potabile, approvata secondo BS 6920:2014). Elettrodi in Hastelloy C276 ed elettrodo di terra. Grado di protezione IP68;
- ❑ Convertitore Elettronico, del tipo a microprocessore, versione separata dal tubo sensore, con display locale ad 8 cifre con indice, menu e simboli di stato. Funzioni integrate di n. 3 totalizzatori, funzione data logger con memorizzazione di n. 26 valori con frequenza programmabile giornaliera, settimanale, mensile. Informazioni relative ai parametri di calibrazione ed alle letture memorizzate localmente in EEPROM. Completo di batteria avente durata pari a 6/8 anni. N. 2 uscite passive ad impulsi per totalizzatori esterni, segnali di allarme; porta ad infrarossi per download e configurazione. Grado di protezione ambientale IP68, temperatura ambiente: $-20^{\circ}\text{C} + 50^{\circ}\text{C}$.

Il tutto corredato dei relativi accessori per il montaggio (bulloni e guarnizioni in acciaio zincato).

13. Accettazione dei prodotti, certificazioni e dichiarazioni

Ai fini delle accettazioni dei prodotti, il Direttore dei Lavori, oltre ad effettuare le opportune verifiche visive e dimensionali, deve accertare che ciascuna fornitura sia corredata dalla seguente documentazione:

- **Certificazione di conformità del sistema qualità aziendale:** La ditta produttrice deve possedere un Sistema Qualità aziendale conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2015 (relativamente alla produzione di tubi e raccordi di acciaio), approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1:2015.
- **Certificazione di conformità del sistema di gestione ambientale** (solo su richiesta della DL): La ditta produttrice deve possedere un Sistema di Gestione Ambientale conforme alla UNI EN ISO 14001:2015 approvato da un Organismo terzo di certificazione accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1:2015.
- **Certificazione di conformità dei prodotti:** certificazione, rilasciata alla ditta produttrice da un Organismo terzo accreditato secondo le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17065:2012 e UNI CEI EN ISO/IEC 17020:2012 che attesta che le tubazioni e i raccordi sono conformi ai requisiti della vigente norma UN UNI EN 545:2010.
- **Certificato di collaudo:** Certificazione del tipo 3.1 conforme alla norma UNI EN 10204:2005, rilasciata dai produttori dei materiali riportante i controlli e le prove di cui al presente disciplinare e alle norme UN UNI EN 545:2010 effettuate sui tubi e sui raccordi.
- **Certificato di collaudo sui giunti:** Certificazione, rilasciata da Organismo terzo accreditato secondo la norma EN 45000 e EN ISO 17020, che attesti l'esecuzione delle prove di prestazione sui giunti elastici secondo le prescrizioni della norma UN UNI EN 545:2010.
- **Dichiarazione di Conformità al Decreto 6 Aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute:** Dichiarazione rilasciata da laboratori terzi accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018, relativa ai rivestimenti interni, agli elastomeri e in generale a tutti i materiali che devono entrare in contatto con l'acqua potabile.

- **Dichiarazione di prestazione** a firma del produttore del cemento utilizzato per il rivestimento interno che attesti la sua conformità alla norma UNI EN 197-1:2011 e Regolamento Europeo 305/2011. Qualora sia ritenuto opportuno approfondire la qualità dei prodotti consegnati, è facoltà della Direzione Lavori sottoporre a prove uno o più campioni, presso un Laboratorio indipendente e accreditato secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018, per attestarne la conformità alle norme di riferimento e al presente disciplinare tecnico.

POZZETTI

14. Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo

La normativa di riferimento è il D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

I pozzetti di ispezione possono essere prefabbricati o realizzati in cantiere. Le tubazioni (tronchetti) verranno saldate al pozzetto. L'unione delle tubazioni ai vari tronchetti si otterrà mediante saldatura di testa o, se predisposta, mediante flangiatura. Ultimato il collegamento delle tubazioni al pozzetto, lo stesso sarà rivestito da una struttura cementizia. La base d'appoggio in calcestruzzo sarà calcolata opportunamente in funzione della natura del terreno. Si otterrà così il pozzetto finito in cui il cemento rappresenterà la struttura portante. I tubi della condotta (tronchetti di adduzione) verranno bloccati nel cemento con anelli o collari di ancoraggio opportunamente predisposti.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917:2004. Il calcestruzzo, realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati, avrà R_{ck} non inferiore a 40 MPa. Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1:2006. I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale). In caso di presenza di scale per l'accesso al fondo, i gradini saranno in tondino di acciaio rivestito in polipropilene antisdrucchiolo o verniciato antiruggine, opportunamente bloccati nella parete con malta espansiva.

14.1. Chiusini in vetroresina (PRFV) per pozzetti

In accordo a quanto richiesto dalla norma EN 124:2015 il processo di produzione dei chiusini deve risultare di classe C3 ("Composite material C3" Punto 4.2 Type of composite materials).

Si tratta di un processo di stampaggio a compressione in stampo chiuso a temperatura controllata (SMC) utilizzando resine termoindurenti (polyester resin), fibre di vetro di rinforzo ed additivi vari.

Il processo per la produzione garantisce un'ottima bagnabilità delle fibre da parte della matrice polimerica, evita la formazione di bolle d'aria e consente di ottenere un'ottima coesione interlaminare dei componenti.

MONITORAGGIO

15. Apparato di monitoraggio e telecontrollo per presa comiziale/nodo idraulico

L'Impresa dovrà fornire e porre in opera, entro la stagione seguente l'aggiudicazione, tutte le apparecchiature di rilevamento e un Sistema di Telecontrollo per la gestione del funzionamento e il controllo generale del tratto di condotta per:

- controllare in tempo reale lo stato di funzionamento delle principali apparecchiature;
- fornire i dati necessari sia per gli aspetti di sicurezza che della qualità delle prestazioni;
- rilevare, misurare e registrare grandezze analogiche (portata e pressione) che potranno avere soglie di intervento, in valore e tempo, visionabili dalle altre postazioni telematiche;
- permettere di intervenire in caso di anomalie di funzionamento idraulico della condotta;

Nello specifico il Sistema fornito e posto in opera risulterà articolato su due livelli: il Centro Generale di Telecontrollo e le Unità Periferiche.

Centro Generale di Telecontrollo

Compererà a esso la gestione operativa dell'intero sistema, fungendo da "collettore" dei dati caratteristici della rete impianti (allarmi, portata e pressione) provenienti dalle Unità Periferiche.

Il Sistema installato presso un casello del Consorzio di Bonifica Stornara e Tara, sarà basato su architettura client-server, con i seguenti compiti principali:

- interazione con le Unità Periferiche (Teleprogrammazione, Telediagnosi, Teleallarmi, Telecomandi, Teleletture);
- gestione degli allarmi provenienti dalle UP;
- elaborazione dei dati necessari ai fini gestionali. L'Unità Periferica svolgerà funzioni di controllo dei parametri misurati con la possibilità di attivare dei segnali d'allarme nel caso in cui questi valori vengano superati (Teleallarmi). In tal caso il segnale d'allarme verrà trasmesso tramite gli opportuni canali di comunicazione alla Centrale Operativa del Consorzio di Bonifica Stornara e Tara.

Il colloquio tra la Centrale Operativa e le Unità Periferiche avverrà attraverso tecnologia GSM/GPRS. Le Unità Periferiche dovranno essere in grado di controllare e gestire autonomamente gli impianti, secondo le modalità operative programmate, in base anche a calendari annuali modificabili; inoltre le Unità Periferiche dovranno essere in grado di implementare le funzioni di ottimizzazione.

Sia la postazione di telecontrollo della Centrale Operativa, che le Unità Periferiche, nell'ambito delle funzioni specifiche, avranno capacità autonoma di elaborazione, nel senso che un degrado del funzionamento dell'uno non comprometterà il funzionamento delle altre e viceversa. Inoltre dalla Centrale Operativa dovrà essere possibile intervenire sia a livello operativo che a livello di programmazione sulle Unità Periferiche; i parametri di configurazione risiederanno sia sulla base dati della Centrale Operativa che sulle Unità Periferiche; comunque le Unità Periferiche saranno fornite di programmi di autodiagnosi per la segnalazione di eventuali malfunzionamenti.

Con l'ausilio del software, attraverso la visualizzazione di finestre grafiche, si dovrà poter:

- programmare orari e modalità di funzionamento della condotta (Teleprogrammazione);
- aggiungere nuove Unità Operative posizionandole sulla relativa mappa territoriale;
- selezionare le Unità Operative sia tramite l'icona che rappresenta la Unità Operativa sulle mappe, sia attraverso criteri di ricerca;
- monitorare gli apparecchi controllati dalle schede periferiche (Telediagnosi);

- ricevere e visualizzare gli eventi di anomalia e allarme provenienti dalle periferiche (Teleallarme);
- raccogliere e memorizzare i dati di funzionamento provenienti dalle periferiche e permettere la loro visualizzazione in forma grafica e sotto forma di report specifici;
- disporre di procedure automatiche di salvataggio periodico degli archivi di configurazione e dei dati storici;
- garantire la sicurezza e la mappatura degli accessi al sistema tramite l'utilizzo di password di accesso.

Unità Periferiche Competerà a queste apparecchiature la gestione dei dati provenienti dall'impianto, il confronto con i dati di set-point impostati, la memorizzazione degli eventi e delle grandezze fisiche da misurare e/o contabilizzare.

Dal punto di vista tecnico/prestazionale ciascuna Unità Periferica dovrà essere in grado di assolvere almeno ai seguenti compiti:

- per ciascun apparecchio controllare tutti gli elementi caratteristici;
- gli ingressi utilizzati per il collegamento dei sensori di misura analogici dovranno essere preferibilmente indipendenti dal modello utilizzato ed in grado di adattarsi immediatamente a modifiche e sostituzioni che dovessero rendersi necessarie durante la manutenzione;
- si dovrà poter associare agli organi soggetti ad usura, dei contatori in grado di determinare il tempo totale di funzionamento oppure il numero di commutazioni effettuate, permettendo in tal modo una programmazione della manutenzione per tali dispositivi;
- per ciascun ingresso digitale dovrà essere possibile stabilire se inviare o meno una segnalazione di allarme al verificarsi di una particolare condizione. Analogamente per gli ingressi analogici si potranno stabilire dei livelli di soglia, superati i quali (verso l'alto o verso il basso) la periferica inoltrerà una segnalazione verso la Centrale Operativa.

Il sistema prevede la **fornitura e installazione di RTU** di dimensioni contenute in case di adeguate dimensioni con grado di protezione IP67, basato su tecnologia 2,5 G (GSM/GPRS), dotato di sistema di alimentazione autonomo, opportunamente dimensionato per alimentare anche il misuratore di portata ad induzione elettromagnetica, composto da pannello solare e batteria in tempone ad alta capacità e lunga durata (durata della batteria in assenza di ricarica da pannello solare: 10gg) o in alternativa, in caso di presenza Enel, da alimentatore AC/DC 220Vac - 12Vcc e batteria in tampone.

Nativamente integrato in sistemi centrali dotati di SCADA di mercato, selezionato tra i prodotti di buona diffusione a livello mondiale e con rete di assistenza nazionale, che ne garantiscano la possibilità di espansione da parte della Stazione Appaltante, anche in totale e assoluta autonomia.

Caratteristiche generali di funzionamento:

- trasmissione dati bidirezionale (dal centro alle periferiche e viceversa - stato sempre attivo dell'RTU);
- acquisizione ingressi digitali;
- conteggio e totalizzazione impulsi;
- acquisizione ingressi analogici;
- datalogging;
- alimentazione del loop di misura dei sensori analogici collegati.

Le parti componenti il sistema di monitoraggio e telecontrollo presa comiziale/nodo idraulico innanzi descritto, dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- 1) RTU di acquisizione/trasmissione dati tipo monoblocco (stand-alone) per il monitoraggio e segnalazione, basata su tecnologia GSM/GPRS, con le seguenti caratteristiche generali:
 - Equipaggiamento minimo di base dei segnali I/O:
 - DI (Digital Input): 6 ingressi stato/stato+conteggio/contaimpuls;
 - DO (Digital Output): 2 comandi a relè 4A-250 Vac;
 - AI (Analog Input): 2 ingressi analogici 0÷20mA; 0÷10 Vcc; 0÷2 Vcc; 10 Bit 12 Vcc max; Soglie allarme 2 (doppio valore set/reset)
 - Datalogging:
 - Logging Digital Input (conteggio, stato, contatempo), Analog Input, tensione batteria, livello RF, temperatura operativa;
 - Intervallo di campionamento (10 min ÷ 6 h);
 - Time stamping delle registrazioni;
 - Trasferimento dati via GPRS (FTP);
 - Trasferimento dati su evento (schedulazione o variazione I/O)
 - Trasferimento dati su richiesta SMS
 - Sezione comunicazione:
 - engine2,5G -GSM/GPRS -4 bande
 - GSM: 2W @ 850/900 MHz -1W @ 1800/1900MHz
 - GPRS: multi slot Class 12 (max86.6 kbit/sec uplink& downlink) Mobile Station Class B
 - Antenna integrata a bottone a basso profilo
 - Aggiornamento automatico data/ora via GPRS
 - Scheduling:
 - fino a 50 sequenze comandi
 - programmazione anno/mese/giorno
 - programmazione operazioni periodiche.
 - Equipaggiamento sezione alimentazione:
 - di Base
 - Sistema fotovoltaico dimensionato per alimentare anche il misuratore di portata ad induzione elettromagnetica composto da:
 - pannello solare di adeguate dimensioni completo di batteria in tampone autonomia fino a 10 gg in assenza di insolazione
 - regolatore di carica ad alta efficienza
 - Opzione - In caso di presenza di alimentazione da rete elettrica 220 Vac,
 - alimentatore AC/DC 220 Vac-12 Vcc
 - batteria in tampone (circuitto integrato per sovraccarica/sovrascarica)
 - Case:
 - Di adeguate dimensioni grado di protezione IP67
 - temperatura: operativa -40...+85°C / stoccaggio -30...+85°C
 - umidità: 25...85% non condensante (operativa e stoccaggio)
- 2) Modulo Software per la gestione delle RTU per monitoraggio e telecontrollo presa comiziale/nodo idraulico
 - Installazione, configurazione e attivazione di modulo software SCADA per la gestione delle RTU di prevista installazione. L'applicativo funzionerà da gateway di comunicazione con le

RTU attraverso canale GSM/GPRS, sia per l'acquisizione dati che per eventuali attività di configurazione.

È prevista inoltre la **fornitura e messa in opera del Centro Generale di Telecontrollo** presso la sede dell'Amministrazione del Consorzio di Bonifica Stornara e Tara avente la seguente composizione minima:

- Hardware:
 - Nr 1 elaboratore di classe server di primaria marca con le seguenti caratteristiche generali:
 - struttura tower
 - processore centrale tipo Intel Xeon E5-2600 o similare o comunque aggiornato al momento della fornitura
 - tecnologia Multi-Core
 - memoria cache tipo L3
 - Memoria Ram LRDIMM da 128GB
 - Controller storage Smart Array
 - Disco rigido Hot Swap 2,5" 156 GB SAS 2.0
 - Porte seriali /USB
 - Interfaccia di rete 10BaseT/Tx 100 Base T-RJ45
 - Dispositivo DVD-R/W - Double Layer
 - Nr 1 monitor LCD 26" wide screen;
 - Nr 1 Set comprendente Tastiera e Mouse ergonomici;
 - Nr 1 switch Ethernet, 10/100/1000 MB 4 porte;
 - Nr 1 stampante a colori per stampe in formato A4;
 - Nr 1 modem PSTN-VOICE per la gestione dei messaggi vocali di telenotifica allarmi;
 - Nr 2 modem GSM per la gestione dei messaggi SMS provenienti dalle μ RTU in campo e per la telenotifica allarmi;
 - Nr 1 UPS con autonomia di almeno 30 minuti, tensione filtrata, stabilizzata ed affidabile, elevata affidabilità delle batterie (test automatico delle batterie)
 - Nr 1 set di accessori di cablaggio
 - Software:
 - Nr 1 Licenze Sistema Operativo su piattaforma Microsoft Windows versione Server;
 - Nr 1 Licenze per Software SCADA. Fornitura ed installazione dei pacchetti applicativi SOFTWARE SCADA per la gestione delle informazioni e dei comandi centralizzati, con le seguenti caratteristiche tecniche principali:
 - Produzione di Primaria Marca e di larga diffusione sul mercato
 - Architettura distribuita client/server
 - Interfaccia uomo-macchina intuitiva
 - Integrità dati al 100%
 - Gestione I/O: Licenza run time TAG UNLIMITED
 - Connettività SQL/ODBC con database relazionali
 - Gestione allarmi a video ed in stampa
 - Reporting completi ed accurati di tutte le informazioni memorizzate
 - Trend grafici in tempo reale e storici di tutte le grandezze analogiche acquisite

- Eventuali automazioni tramite correlazioni fra le singole stazioni periferiche
- Conforme a standard OPC
- Interfacciabile con i più diffusi S.O. di mercato
- N. 1 Personalizzazione del Software SCADA con la realizzazione di maschere video di tipo sinottico con icone rappresentative degli elementi sotto controllo per il monitoraggio del processo, rappresentazione di tutte le informazioni in tempo reale ed off-line con una logica uguale a quella dell'attuale sistema. Associazione alle icone delle informazioni digitali, analogiche centralizzate e dei comandi da trasmettere. Le maschere video da realizzare dovranno essere in quantità tale da poter soddisfare la rappresentazione di tutto il sistema e comunque non meno di una per ciascuna unità periferica controllata.
- N. 1 Software di Telenotifica dei messaggi ritenuti di allarme o comunque definiti come tali, integrato con il software SCADA, che permetta la:
 - Creazione di messaggi completamente in chiaro mediante la funzione text to speech;
 - Gestione flessibile e articolata dei numeri telefonici degli addetti alla reperibilità;
 - Trasmissione programmata ed automatica di SMS, e-mail e/o messaggi vocali ai numeri programmati.

Documentazione:

- Fornitura della documentazione tecnica relativa al Centro Generale di Telecontrollo come manuale operatore, schemi di cablaggio, manuali delle apparecchiature, licenze del sistema operativo e dell'applicativo SCADA.

MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

16. GENERALITÀ

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguite con la maggior cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi e adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, crinature, 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.

Nei cantieri dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

17. Carico e scarico

Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, dovrà evitarsi di far strisciare o cadere i tubi e, qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi. Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità e il movimento sia controllato. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi dovranno essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc...) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento e abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati e applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature dovranno essere opportunamente rivestite di materiale morbido. È vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale caricatori.

In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nello scavo.

Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni e in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc. È vietato fermarsi nella zona di pericolo.

18. Trasporto

Il mezzo di trasporto deve essere adatto al materiale trasportato. La superficie di carico deve essere libera da residui, che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. Il carico deve essere effettuato tenendo conto dei limiti ammissibili sia in termini di peso totale che di peso sui singoli assi del veicolo; anche nel caso di carico parziale, si deve fare attenzione ad una regolare ripartizione dei pesi. Il carico deve essere stivato in modo tale che il suo baricentro si trovi sopra l'asse longitudinale del veicolo; il baricentro deve essere tenuto il più basso possibile. Le sponde laterali dei veicoli stradali possono essere abbassate, se le dimensioni del materiale caricato lo richiedono.

I tubi vengono disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si deve preferire la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Tubi e pezzi speciali devono essere assicurati per il trasporto in modo tale da non compromettere la stabilità del carico. Il carico viene assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e - in caso di necessità - mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si deve fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore possono essere collocati sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati.

Nel trasporto su strada, la velocità deve essere fissata in relazione alle condizioni di traffico ed alle caratteristiche del carico e del veicolo. Nel trasporto fuori strada, si dovrà avere particolare riguardo alla natura del suolo, riducendo adeguatamente la velocità per evitare i danneggiamenti derivanti dai sobbalzi.

19. Deposito e accatastamento

19.1. Accatastamento dei tubi in cantiere

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata 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 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 provvisori.

I tubi muniti di bicchiere dovranno essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche aversi cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

Tutti i pezzi speciali devono essere depositati e accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

19.2. Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie e 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 oli o grassi e non sottoposti a carichi.

In particolare, le guarnizioni in gomma dovranno essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi + 20°C e non scenda sotto - 10°C.

20. Prescrizioni generali sulle giunzioni dei tubi

20.1. Generalità

Verificati allineamento e pendenza, si procederà alla giunzione dei tubi.

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.

A tal fine, per l'esecuzione delle giunzioni, l'Appaltatore dovrà assicurare l'assistenza del fornitore, con riserva, per la Direzione dei Lavori, di chiedere che l'esecuzione sia direttamente affidata ad operai specializzati indicati dal fornitore stesso.

20.2. Tenuta idraulica

Le giunzioni dei tubi devono essere durevolmente impermeabili contro pressioni idrauliche sia interne che esterne.

Per tronchi particolari della canalizzazione soggetti a sovrappressioni massime superiori a 0,5bar, i giunti dovranno garantire la tenuta idraulica alle condizioni specifiche di pressione o sovrappressione indicate dal progetto e/o dalla Direzione dei Lavori.

20.3. Modifiche longitudinali dei tubi

Le giunzioni devono consentire le modifiche longitudinali dei tubi, che si possono verificare durante l'esercizio per effetto della temperatura dell'acqua.

20.4. Angolatura

Le giunzioni dei tubi devono conservare la tenuta nel caso di una reciproca angolatura dei tubi secondo la Tabella 1, sempreché il tipo di giunzione consenta l'angolatura.

Resta inteso che l'angolatura consentita dai tubi non potrà in alcun caso essere utilizzata per la realizzazione di curve.

Qualora il tipo di giunzione non consenta l'angolatura (giunzione rigida), la tubazione nella posa deve ricevere una corrispondente inflessione.

Tabella 1

DIAMETRO NOMINALE (espresso in mm)	Angolatura minima con mantenimento di perfetta tenuta	
	cm per metro di lunghezza	gradi
$\varnothing \leq 200$	≥ 5	2° 52'
$200 \leq \varnothing \leq 500$	≥ 3	1° 43'
$500 \leq \varnothing \leq 1.000$	≥ 2	1° 09'
$\varnothing \geq 1.000$	≥ 1	0° 34'

20.5. Forza di taglio

Le giunzioni devono conservare la tenuta sotto l'effetto di una forza di taglio con un valore numerico in Newton pari almeno a 10 volte il diametro nominale del tubo in millimetri, ovvero di uno spostamento reciproco degli assi dei tubi pari almeno a 2mm. La prova di resistenza al taglio dovrà avere la durata di almeno tre mesi.

20.6. Comportamento alle sollecitazioni termiche

In posa le giunzioni elastiche devono poter essere messe in opera a temperature da -10°C a +50°C.

Le giunzioni plastiche devono poter essere messe in opera a temperature da +5°C a +50°C.

Per i condotti di allacciamento si esegue la prova delle sollecitazioni alternate, costituite da 300 cicli da +15°C a +95°C nell'arco di 20 ore, e delle sollecitazioni continue a 90°C per 20 ore.

Per gli altri condotti si esegue solo la prova delle sollecitazioni continue per sette giorni alle temperature di 45°C e 35°C.

20.7. Comportamento all'attacco chimico

Le giunzioni a contatto con acque, suoli o gas aggressivi devono resistere all'attacco chimico senza compromettere la loro funzionalità.

La resistenza viene considerata accettabile se la giunzione, sottoposta all'attacco chimico per un periodo di almeno 7 giorni alla temperatura di almeno 35°C conserva la tenuta.

In particolare si deve tener conto di:

- compatibilità dei componenti la miscela del materiale sigillante,
- reattività del materiale sigillante con il materiale del tubo,
- perdita di componenti volatili del materiale sigillante,
- effetti dell'aria e dei gas di putrefazione sul materiale sigillante,
- reattività del materiale sigillante con liquami, suolo e acque freatiche.

In ogni caso, la funzionalità delle giunzioni deve essere assicurata con valori di pH da 2 a 12, nonché a contatto con acque contenenti oli e grassi estraibili con etere di petrolio nella misura di 100mg/l (saponificabili) e 20mg/l (non saponificabili) e con acque contenenti solventi organici e fenoli nella misura di 20mg/l (calcolati come C₆H₅OH).

20.8. Resistenza alle radici

Nelle canalizzazioni interrate, le giunzioni devono resistere alla penetrazione delle radici.

MODALITÀ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA

21. Scavo e suoi requisiti

Lo scavo deve essere effettuato a sezione obbligata. L'Impresa dovrà eseguire lo scavo con mezzi idonei, avendo la massima cura nel

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti sia per evitare incidenti al personale sia per non avere modifiche alla sezione di scavo;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere, a tutte sue spese, nel modo migliore, alla raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni, onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati, avendo però anche cura di non ostacolare l'eventuale traffico di superficie;
- durante l'apertura di trincea in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e d'ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda, eventualmente presente nello scavo, possa determinare un'instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

Durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi occorre premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità nel terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare che l'acqua di tale falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere pari a DN + 70cm.

La profondità minima di interrimento deve essere di 100 cm, misurata dalla generatrice superiore del tubo; ogni eventuale deroga deve essere espressamente autorizzata dalla DL

22. Posa della tubazione e rinfianco

Le operazioni di posa in opera devono essere eseguite da operatori esperti. Prima di essere calati nello scavo tutti gli elementi di tubazione devono essere accuratamente esaminati per accertare che nel trasporto e nelle operazioni di carico e scarico non siano state deteriorate; a tale scopo è indispensabile che essi vengano ripuliti da polvere, fango, ecc., che ricoprendo i tubi possano aver nascosto eventuali danni.

Si deve altresì verificare che nell'interno dei tubi e dei raccordi non si siano introdotti animali o materie estranee.

Le tubazioni posate sul fondo della trincea devono trovare per tutta la loro lunghezza appoggio continuo. Per questo motivo, il fondo dello scavo deve essere piano per evitare eventuali sollecitazioni alla condotta.

Le condotte sono posate su letto di sabbia ben compattato con spessore di 30cm.

Completata la posa dei tubi nello scavo si prosegue con il rinterro di materiale proveniente dagli scavi, costipandolo con mezzi meccanici strati di circa 150mm per volta fino al riempimento completo dello scavo, di 1,00m per la condotta $\varnothing 800$ e di 1,20m per la condotta $\varnothing 1000$.

Poiché se il tubo è bloccato alle estremità prima del riempimento può dilatarsi in funzione della temperatura del terreno, è necessario eseguire il riempimento per almeno 50cm sopra il tubo nelle stesse condizioni di temperatura esterna.

È, inoltre, consigliabile procedere per tre tratte consecutive di 20-30m in una sola direzione con ricoprimento fino a 50cm sopra il tubo nella prima tratta, ricoprimento fino 20cm nella seconda e posa della sabbia nella terza. Per permettere al tubo l'assestamento nel sottosuolo, una delle sue estremità deve essere lasciata libera di muoversi e il collegamento all'altra estremità del tratto successivo deve essere realizzato soltanto dopo che il riempimento è stato portato ad almeno 5-6m di distanza dal collegamento stesso.

È inoltre consigliata la posa di adeguati nastri di segnalazione sopra la condotta per agevolare l'ubicazione nel caso di eventuali successivi interventi di manutenzione.

Il rinfianco delle tubazioni dovrà essere effettuato con sabbia vagliata.

Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al primo diametrale della stessa e quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipando a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo).

23. Riempimento dello scavo

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di materiale arido di cava o sabbia, che giunga ad una altezza di almeno 10 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo, al fine di assicurarne le funzioni di protezione e mantenimento.

Il successivo rinterro viene effettuato mediante materiali di apporto compattati, nel caso di posa di condotte in sede stradale, oppure con terreno presente sul posto non compattato, nei casi di posa al di fuori di carreggiate.

È necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di 30cm, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

CALCESTRUZZO

24. GENERALITÀ

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

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, e avere dimensione massima dei grani di 2mm per murature in genere, di 1mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

24.1. Acqua di impasto

Oltre a essere dolce e limpida dovrà anche avere un PH neutro. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati), di aggressivi chimici per il conglomerato risultante e di inquinanti organici o inorganici.

Tutte le acque naturali, limpide (a esclusione della sola acqua di mare) e rispondenti alle caratteristiche richieste dalle norme potranno essere usate per le lavorazioni.

È assolutamente vietato l'impiego di acque che provengono dagli scarichi industriali o civili e di acque che contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori.

Per le acque torbide si fissa il limite di torbidità in 2.00g/l di sostanze in sospensione.

24.2. Sabbia

La sabbia naturale o artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica o calcarea, non solo dovrà essere priva di sostanze inquinanti ma anche possedere una granulometria omogenea e provenire da rocce con alte resistenze meccaniche. La sabbia dovrà essere lavata onde eliminare qualsiasi sostanza nociva.

Per l'esecuzione di murature in genere e per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio la sabbia dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari aventi diametro rispettivamente di 2mm (per murature in genere) e di 1mm (per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio).

Per l'esecuzione di conglomerati la sabbia dovrà rispondere a requisiti del D.M. 03.06.1968, All. 1 e delle NTC2018. I grani dovranno essere adeguati alla destinazione del getto e alle condizioni di posa in opera. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I rinforzanti per resine dovranno possedere i requisiti richiesti dagli elaborati di progetto. La granulometria dovrà essere selezionata e adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Le sabbie marine o di cava dovranno essere assolutamente prive di sostanze chimiche attive. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere una comprovata inerzia chimica nei confronti dei componenti della resina, e un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti.

24.3. Pietrisco

I pietrischi, prodotti dalla frantumazione naturale delle rocce o di materiali analoghi ottenuti per frantumazione artificiale di ciottoli o blocchi di roccia, dovranno avere i seguenti requisiti:

- uniformità di dimensioni nelle varie direzioni;
- buona resistenza alla compressione;
- bassa porosità;
- assenza dei composti idrosolubili;
- assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico;
- predominanza di superfici derivanti da frantumazione rispetto a quelle arrotondate.

24.4. Calci aeree, leganti idraulici, additivi

24.4.1. Calci aeree

Le calci, ottenute dalla cottura di roccia calcarea di colore bianco brillante omogeneo, priva di patine o venature e con un contenuto di carbonato di calcio superiore al 95%, dovranno possedere le caratteristiche d'impiego richieste dal R.D. n. 2231 del 1939 (G.U. Regno d'Italia 18/04/1940, n. 92). Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

24.4.2. Leganti idraulici

I cementi e le calci idrauliche dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalla legge n. 595 del 26 maggio 1965 e del D.M. del 31 agosto 1972 nonché dalla normativa in vigore; per l'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo si farà riferimento al D.M. del 3 giugno 1968 e al D.M. 20. 11. 1984 e successivi aggiornamenti. I leganti idraulici potranno essere forniti sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini. La consegna in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori e sul registro dei getti; non saranno accettati prodotti alterati; la conservazione dei cementi dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname; lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

24.4.3. Additivi

Gli additivi per calcestruzzi e malte sono sostanze chimiche che, aggiunte in dosi adeguate agli impasti, hanno la capacità di modificarne le proprietà. Sono classificati dalla norma UNI EN 934-2:2012 in fluidificanti, areanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, etc. In relazione al tipo dovranno possedere le caratteristiche previste dal progetto e dalle norme UNI di riferimento. Dovranno essere forniti in contenitori sigillati con l'indicazione della quantità, della data di scadenza e delle modalità d'uso e saranno miscelati alle malte secondo le prescrizioni del progetto e le indicazioni della Direzione dei lavori. Dovranno essere conservati in contenitori integri e in luogo fresco e asciutto.

24.5. Impasti per conglomerati cementizi

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dalle NTC2018.

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

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

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

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

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206:2016; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

24.6. Controlli sul conglomerato cementizio

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dalle NTC2018.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nelle suddette NTC2018.

La resistenza caratteristica richiesta dal conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari.

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera nei casseri.

MISTI GRANULARI BITUMATI

25. GENERALITÀ

25.1. Caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi, per qualsiasi impiego, saranno costituiti da miscele di aggregati lapidei, definiti dall'art.1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. fascicolo IV- 1953, e bitume, mescolati a caldo. Sia i conglomerati bituminosi che i materiali loro componenti, avranno però caratteristiche diverse a seconda che vengano impiegati nella stesa degli strati di base, di collegamento (binder), di usura o di rinforzo transitabile o altro.

Le prescrizioni che le caratteristiche dei materiali dovranno soddisfare per i vari tipi di impiego sono riportate ai punti seguenti.

25.1.1. Composizione e caratteristiche dei conglomerati bituminosi

Le miscele di aggregati lapidei dovranno avere granulometrie continue comprese nei limiti sotto indicati e le relative curve granulometriche dovranno avere andamenti sostanzialmente paralleli alle curve limite dei rispettivi fusi. Di tali limiti, le dimensioni massime dei granuli sono valori critici di accettazione, mentre i fusi granulometrici hanno valore orientativo nel senso che l'andamento delle curve granulometriche delle miscele potrà anche differire da quelli indicati, ma dovrà essere comunque tale da conferire ai conglomerati le caratteristiche di resistenza e compattezza Marshall rispettivamente prescritte.

Analogamente, i valori del contenuto di bitume sono indicati a titolo orientativo: gli effettivi valori, infatti, dovranno essere almeno pari ai minimi che consentano il raggiungimento delle rispettive caratteristiche Marshall. A seconda degli strati cui sono destinati, i conglomerati bituminosi avranno le seguenti composizioni.

25.1.2. Strato di base

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- 1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:

Crivello UNI - mm	Passante in peso - %
40	100
30	85-100
25	70-95
15	45-70
10	35-60
5	25-50
2	18-38
0,4	6-20
0,18	4-14
0,075	3-8

Le caratteristiche del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Contenuto di bitume riferito agli inerti: 3,8 % ÷ 4,8 % in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) Stabilità Marshall non inferiore a 800 daN (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento Marshall: 2 ÷ 4 mm
- 5) Rigidezza Marshall non inferiore a 250 daN/mm (C.N.R. 30/73)
- 6) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: 55 ÷ 65 %
- 7) Percentuale dei vuoti residui Marshall compreso fra 5 e 8 %
- 8) Percentuale di compattazione in opera: min 96 % della densità Marshall
- 9) Percentuale dei vuoti residui in opera (C.N.R. 39/73) compreso fra 5 e 9 %.

25.1.3. Strato di collegamento (binder)

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- 1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:

Crivello UNI - mm	Passante in peso - %
25	100
15	65-85
10	55-75
5	35-55
2	25-38
0,4	10-20
0,18	5-15
0,075	3-7

Le caratteristiche del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Contenuto di bitume riferito agli inerti: 4,2 % ÷ 5,0 % in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) Stabilità Marshall non inferiore a 1000 daN (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento Marshall: 2 ÷ 4 mm
- 5) Rigidezza Marshall non inferiore a 300 daN/mm (C.N.R. 30/73)
- 6) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: 60 ÷ 75 %
- 7) Percentuale dei vuoti residui Marshall compreso fra 4 e 7 %
- 8) Percentuale di compattazione in opera: min 96 % della densità Marshall
- 9) Percentuale dei vuoti residui in opera (C.N.R. 39/73) compreso fra 4 e 8 %.

25.1.4. Strato di rinforzo transitabile (conglomerato per stese integrative)

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- 1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:

Crivello UNI - mm	Passante in peso - %
25	100
15	70-90
10	57-77
5	35-57
2	27-40
0,4	12-22
0,18	6-16
0,075	4-8

Le caratteristiche del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Contenuto di bitume riferito agli inerti: 4,5 % ÷ 5,3 % in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) Stabilità Marshall non inferiore a 1000 daN (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento Marshall: 2 ÷ 4 mm
- 5) Rigidezza Marshall non inferiore a 300 daN/mm (C.N.R. 30/73)
- 6) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: 65 ÷ 75 %
- 7) Percentuale dei vuoti residui Marshall compreso fra 4 e 7 %
- 8) Percentuale di compattazione in opera: min 96 % della densità Marshall
- 9) Percentuale dei vuoti residui in opera (C.N.R. 39/73) compreso fra 4 e 8 %.

25.1.5. Strato di usura (tappeto)

La composizione del conglomerato dovrà essere realizzata tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- 1) Limiti granulometrici della miscela di aggregati:

Crivello UNI - mm	Passante in peso - %
15	100
10	70-90
5	40-60
2	25-38
0,4	11-20
0,18	8-15
0,075	5-8

Le caratteristiche del conglomerato dovranno comunque rispettare le seguenti prescrizioni:

- 2) Contenuto di bitume riferito agli inerti: 5,0 % ÷ 6,0 % in peso (C.N.R. 38/73)
- 3) Stabilità Marshall non inferiore a 1000 daN (C.N.R. 30/73)
- 4) Scorrimento Marshall: 2 ÷ 4 mm
- 5) Rigidezza Marshall non inferiore a 350 daN/mm (C.N.R. 30/73)
- 6) Percentuale dei vuoti intergranulari riempiti di bitume: 67 ÷ 80 %
- 7) Percentuale dei vuoti residui Marshall compreso fra 3 e 6 %
- 8) Percentuale di compattazione in opera: min 96 % della densità Marshall
- 9) Percentuale dei vuoti residui in opera (C.N.R. 39/73) compreso fra 4 e 8 %.

25.1.6. Aggregato grosso.

L'aggregato grosso è costituito dai pietrischetti e dalla frazione dalle graniglie trattenute al crivello da 5 mm, i quali potranno avere provenienza e natura litologica anche diversa, ma dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

- per strati di BASE:
 - perdita in massa alla prova Los Angeles, inferiore al 35 %;
 - è ammessa la presenza di ghiaie e ghiaietti di natura alluvionale fino a un rapporto massimo del 50 % in massa;

- per strati di COLLEGAMENTO (binder) e di RISAGOMATURA:
 - perdita in massa alla prova Los Angeles, inferiore al 25 %;
 - è ammessa la presenza di ghiaie e ghiaietti di natura alluvionale fino a un rapporto massimo del 30 % in massa;

- per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:
 - perdita in massa alla prova Los Angeles, inferiore al 25 %;
 - l'aggregato dovrà provenire interamente dalla frantumazione di rocce ignee (basaltiche) e/o sedimentarie (calcari e simili) aventi coefficiente di frantumazione inferiore a 120;
 - indice dei vuoti delle singole pezzature, inferiore a 0,85.

25.1.7. Coefficiente di forma

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (UNI EN 933-3:2012, UNI EN 933-4:2008) devono essere per tutti gli strati $\leq 35\%$.

25.1.8. Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature deve essere per tutti gli strati 80 % (C.N.R. 27/72).

In ogni caso, i pietrischetti e le graniglie dovranno essere costituiti da granuli sani, duri, non lamellari ma approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polveri o materiali estranei e dovranno inoltre risultare non idrofili.

In particolare, le caratteristiche dell'aggregato grosso dovranno essere tali da assicurare la realizzazione di una superficie di transito resistente allo slittamento degli autoveicoli in qualunque condizione ambientale e meteorologica: tale resistenza dovrà inoltre essere mantenuta entro limiti di sicurezza accettabili, per un periodo di almeno tre anni.

25.1.9. Aggregato fine

L'aggregato fine è costituito dalla frazione delle graniglie passante al crivello da 5 mm e dalle sabbie sia naturali che (preferibilmente) di frantumazione le quali, comunque, dovranno soddisfare le prescrizioni dell'Art. 5 delle norme C.N.R., fascicolo 4/1953, e in particolare dovranno avere un equivalente in sabbia non inferiore a 55.

Le sabbie, in ogni caso, dovranno essere dure, vive, aspre al tatto e dovranno avere una granulometria idonea al conferimento della necessaria compattezza al conglomerato.

25.1.10. Argilla espansa

Argilla espansa di tipo "strutturale":

- pezzatura: 3/11mm;
- resistenza del granulo allo schiacciamento 3,5-7 N/mm² (vedi Norma UNI EN 13055);
- coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. (C.N.R. B.U. n° 140 del 15.10.1992) > 0,65.

Dall'analisi granulometrica la percentuale di trattenuto al crivello da 10 mm dovrà essere inferiore o uguale al 10 % in peso; la percentuale di passante al crivello da 3 mm dovrà essere inferiore al 10 % in peso.

L'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

25.1.11. Additivi minerali (fillers)

Gli additivi minerali saranno costituiti da polveri di rocce preferibilmente calcaree o da cemento o calce idrata e dovranno risultare, alla vagliatura per via secca, interamente passanti al setaccio UNI da 0,18 mm e per almeno il 70 % al setaccio UNI da 0,075 mm.

25.1.12. Leganti bituminosi di base e modificati

Il bitume da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi, sarà esclusivamente del tipo solido e dovrà rispondere alle prescrizioni delle relative norme C.N.R. (G.U. n. 68 del 23 maggio 1978). Salvo diverso avviso del Direttore dei Lavori, in relazione alle condizioni climatiche locali, il bitume avrà una penetrazione di 50- 100dmm. Il Direttore dei Lavori potrà ordinare, per lo strato di usura, l'impiego di un idoneo attivante di adesione, nella proporzione ottimale risultante da apposite prove di laboratorio; in tal caso l'additivo dovrà essere aggiunto all'atto del travaso del bitume nella cisterna di deposito e dovrà essere opportunamente mescolato in maniera da ottenere una perfetta omogeneità di miscelazione.

Tale attivante di adesione sarà pagato con l'applicazione del relativo prezzo di elenco.

25.1.13. Leganti bituminosi semisolidi

I leganti bituminosi semisolidi sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati (con appositi polimeri ed additivi, vedi tavola che segue).

Nella tavola sinottica sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

Tabella 2. Tavola sinottica

CATEGORIA	SIGLA BITUME	POLIM % INDICATIVA	POLIMERO TIPO	CAMPI DI APPLICAZIONE
Bitume di base	A	-	-	CB
Bitume soft (*)	B	4	SBSr, SBSI, EVA	CBS
Bitume hard	C	4+2	SBSr+sis	CBH(°°), CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume hard per: microtappeti a freddo riciclaggio in sito a freddo	D	6	SBSr, SBSI, EVA	MTF, CBRF
Bitume hard per sigillature, tamponi, viadotti, cavalcavia	E	8	SBSr, SBSI, EVA, LDPE (°°°)	S, GT, CBV
Emulsioni bituminose cationiche	F1, F2	-	-	MAF
Attivanti chimici funzionali	ACF	-	-	CBR (°°°°)

(°) Usato nei conglomerati bituminosi tradizionali se il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Modifica mediante Polietilene a Bassa Densità (LDPE) solo per CBV

(°°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura)

SIGLA	CAMPO DI APPLICAZIONE
CB	Conglomerati bituminosi normali per strati di base, collegamento e usura
CBS	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento e usura, con bitume a modifica "soft"
CBH	Conglomerati bituminosi speciali ad alta resistenza a fatica per strati di basi, collegamento e usura, con bitume a modifica "hard"
CBR	Conglomerati bituminosi contenenti tra il 10% e il 20% di riciclato
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclato in sito a freddo
MT	Microtappeti a elevata rugosità (parzialmente drenanti)
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillante
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano d'attacco per CBD
MAMT	Mano di attacco per MT
MAV	Manblio di attacco per CBV (tra membrana poliuteranica e CBV)

SIGLA	POLIMERI E ADDITIVI
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSI	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
EVA	Etilen-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
ACF	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre minerali (vetro)
FC	Fibre di cellulosa

25.1.13.1. Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione da raffineria (definiti di base) impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali. Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa C.N.R. 81/80.

Tabella 3. Requisiti di accettazione per bitumi tal quali.

BITUMI TAL QUALI		Bitume 50/70	Bitume 70/100
Caratteristiche	U.M.	Valore	
penetrazione a 25° C	dmm	50-70	70-100
punto di rammollimento	° C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass	° C	≤-6	≤-8
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
viscosità dinamica (160° C)	Pa · s	0,03-0,10	0,02-0,10
valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test invecchiamento artificiale)			
incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
penetrazione residua (25°C)	%	≥40	≥50

25.1.13.2. Bitumi modificati

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica della pavimentazione rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che permettano risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali.

La loro produzione deve avvenire in impianti industriali dove vengono miscelati i bitumi di base, opportunamente selezionati, con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

- bitume con modifica "Soft";
- bitumi con modifica "Hard".

I bitumi con modifica "Soft" vanno impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, quando i bitumi di base non raggiungono le caratteristiche richieste, mentre devono essere tassativamente impiegati i bitumi a modifica "Hard" nelle miscele particolari salvo diversa indicazione.

Questi ultimi possono anche essere usati nelle miscele normali se richiesto nel progetto.

- Per i bitumi modificati, sia "Soft" che "Hard", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25° C, punto di rammollimento prima e dopo la modifica,
- recupero elastico a 25° C e la stabilità allo stoccaggio.

I certificati di prova devono accompagnare il quantitativo trasportato.

La produzione potrà avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi purché i bitumi ottenuti abbiano le caratteristiche richieste.

In questo caso i carichi di bitume di base destinati alla modifica devono essere testati almeno sul valore del punto di rammollimento e della penetrazione, mentre permane l'obbligo alla certificazione dei dati sopra indicati.

Tabella 4. Requisiti di accettazione per bitumi modificati.

BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI				
Caratteristiche	U.M.	Base modifica BM	Soft	Hard
penetrazione a 25° C	dmm	80-100	50-70	50-70
punto di rammollimento	° C	40-60	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
ritorno elastico a 25° C	%	-	≥ 70	≥ 80
viscosità dinamica (160° C)	Pa · s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,45
stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3	≤ 3
valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test invecchiamento artificiale)				
penetrazione residua (25° C)	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
incremento del punto di rammollimento	%	≤ 9	≤ 8	≤ 5

25.1.13.3. Bitumi con modifica "Soft"

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi di base non rientrano nelle caratteristiche richieste. La modifica deve conseguire i seguenti risultati:

- Bitume "Soft" - legante "B"

Tabella 5. Bitumi con modifica "soft"; bitume B (bitume di base modificato con contenuto massimo di polimeri inferiore al 4%).

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione	0,1 dmm	EN 1426; C.N.R. 24/71	50-70
Punto di rammollimento (°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	14/50
Punto di rottura (Fraass), max	°C	C.N.R. 43/74	-7
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=100s^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	0,4
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	EN 1427; C.N.R. 35/73	50
Stabilità llo stoccaggio, 3d a 180°C	°C	Vedi norma	3
Punto di rammollimento max			
Valori dopo RTFOT (**)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C, max	%	C.N.R. 54/77	0,8
Penetrazione residua a 25°C, max	%	EN 1426; C.N.R. 24/71	40
Incremento del punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	8

(°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(**) Rolling Thin Film Oven Test

25.1.13.4. Bitumi con modifica "Hard"

Le caratteristiche dei leganti con modifica "Hard" da impiegare per la realizzazione di:

- conglomerati bituminosi "Hard" (CBH), conglomerati bituminosi drenanti (CBD);
- microtappeti ad elevata rugosità (MT);
- mano di attacco per usure drenanti (MAD);
- mano di attacco per microtappeti (MAMT);
- mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV);
- sigillature (S);
- giunti a tampone (GT);
- pavimentazioni di viadotti (CBV).

Sono riportate nelle tabelle che seguono.

- Bitume "Hard" - legante "C"

Tabella 6. Bitumi con modifica "hard"; bitume C (bitume di base + 3-5% polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica: EVA, EPDM, EMA, SBS).

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	EN 1426; C.N.R. 24/71	50-70
Punto di rammollimento (°°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	22/68
Punto di rottura (Fraass), max	°C	C.N.R. 43/74	-15
Viscosità dinamica a 160°C	Pa*s	SN 67.1722a	0,8
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	DIN 52013; (C.N.R. 44/74 modificata)	70
Stabilità allo stoccaggio, 3d a 180°C Punto di rammollimento max	°C	Vedi norma	3
Resistenza a fatica, 50°C	KPa	EN 1427; C.N.R. 35/73	9
Valori dopo RTFOT (**)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C, max	%	C.N.R. 54/77	0,8
Penetrazione residua a 25°C, max	%	EN 1426; C.N.R. 24/71	40
Incremento del punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	5

(°°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(**) Rolling Thin Film Oven Test

- Bitume Hard - Legante "D" (**) (% di modificante/i (*) > 6 %) Per conglomerati bituminosi riciclati a freddo.


PROGETTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA SOSTITUZIONE DELLA CONDOTTA PRINCIPALE "B" DN1600 E DN1200 DEL MANUFATTO DI DERIVAZIONE "B"	 Consorzio di Bonifica Stornara e Tara	DICEMBRE 2020
<small>DELIBERA CIPE N.55 DEL 10.11.2014</small>		

Tabella 7. Bitumi con modifica "hard"; bitume D (bitume di base + 4-6% polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica: EVA, EPDM, EMA, SBS).

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	EN 1426; C.N.R. 24/71	50-70
Punto di rammollimento (°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	≥20/66
Punto di rottura (Fraass), max	°C	C.N.R. 43/74	≤-15
Viscosità dinamica a 160°C	Pa*s	SN 67.1722a	≤0,8
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	DIN5 2013; (C.N.R. 44/74 modificata)	≥70
Stabilità allo stoccaggio, 3d a 180°C Punto di rammollimento max	°C	Vedi norma	≤3
Valori dopo RTFOT (**)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C, max	%	C.N.R. 54/77	≤0,8
Penetrazione residua a 25°C, max	%	EN 1426; C.N.R. 24/71	≤40
Incremento del punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; C.N.R. 35/73	≤5

(°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(**) Rolling Thin Film Oven Test

- Bitume Hard - legante "E" (% di modificante/i (*) > 8%)
Per sigillature, tamponi viscoelastici a caldo, conglomerati bituminosi da viadotti.

Tabella 8. Bitumi con modifica "iper hard"; bitume E (bitume di base modificato con contenuto minimo di polimeri del 7,5%).

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	≥ 40
Punto di rammollimento (°) /valore minimo P.A.	°C	≥ 90
Punto di rottura (Fraass), max	°C	≤-7°C
Viscosità dinamica a 135°C, gradiente di velocità 1s ⁻¹ , max	Pa*s	≥ 3,80
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	≥ 95
Stabilità allo stoccaggio, 3d a 180°C Punto di rammollimento max	°C	≤3°
Valori dopo RTFOT (**)		
Penetrazione residua a 25°C, max	%	≥ 35
Incremento del punto di rammollimento, max	°C	≥ 85

(°) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base

(**) Rolling Thin Film Oven Test

25.1.13.5. Emulsioni bituminose cationiche - legante "F1" a rapida rottura e "F2" a media velocità

Mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

Tabella 9. Requisiti di accettazione per emulsioni cationiche non modificate.

EMULSIONI CATIONICHE NON MODIFICATE			
Caratteristiche	U.M.	a rapida rottura	a media velocità
Contenuto d'acqua	% in peso	≤ 40	≤ 45
Contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 55
Grado di acidità (pH)		2-5	2-5
CARATTERISTICHE DEL BITUME ESTRATTO			
Penetrazione a 25° C	dmm	50-120	100-150
Punto di rammollimento	° C	≥ 40	≥ 40
Punto di rottura Fraass	° C	≤ -8	≤ -8

Tabella 10. Requisiti di accettazione per emulsioni cationiche modificate.

EMULSIONI CATIONICHE MODIFICATE		
Caratteristiche	U.M.	Valori
Contenuto d'acqua	% in peso	≤ 40
Contenuto di bitume	% in peso	≥ 60
Grado di acidità (pH)		2-4
Polarità delle particelle		positiva (cationiche) o negativa (anioniche)
Sedimentazione a 7 gg	%	< 10
CARATTERISTICHE DEL BITUME ESTRATTO		
Penetrazione a 25° C	dmm	50-120
Punto di rammollimento	° C	≥ 40
Punto di rottura Fraass	° C	≤ -8
Ritorno elastico a 25°C	%	≥ 55

25.1.13.6. Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i bitumi a modifica Soft tipo "B" in percentuali variabili come indicato nella tabella.

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR), e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli ACF devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;

- plastificante a integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita;
- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli ACF devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate in Tabella 11.

Tabella 11. attivanti Chimici Funzionale (ACF).

ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D – 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D – 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D – 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D – 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D – 3228	% in peso	0,8 - 1,0

25.1.13.7. Additivo stabilizzante

L'uso delle fibre migliora le caratteristiche fisico-meccaniche dei conglomerati bituminosi modificati. Il loro impiego dipende dalla natura e qualità dei bitumi di base ed è previsto nelle curve di progetto.

25.1.13.7.1. Fibre di natura minerale (vetro)

Per bitumi, per usure drenanti, mani d'attacco e simili.

CARATTERISTICHE	Unità di misura	Valore
Lunghezza media	μm	200-300
Diametro medio	μm	5-6
Superficie specifica	cm ² /g	3000,00
Resistenza alla trazione	GPa	1-2
Allungamento massimo	%	1,5-2,5
Tasso di infeltrimento	%	0,00
Resistenza alla temperatura	°C	550-650

25.1.13.7.2. Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo

Per bitumi, per microtappeti a freddo e simili.

CARATTERISTICHE	Unità di misura	Valore
Peso del filo	g/km	30±2
Diametro medio del filo	μm	15±1
Peso nominale/lineare della matassa	g/km	2400±15
Resistenza alla trazione	MPa	2400-3400
Allungamento massimo	%	4,00
Resistenza alla temperatura	°C	700

25.1.13.7.3. Fibre di cellulosa

La microfibra di cellulosa, veicolata da bitume, è un additivo stabilizzante ed addensante che impedisce la colatura del legante bituminoso nel conglomerato creando attorno all'inerte un mastice che garantisca la stabilità dello stesso. Tale prodotto dovrà essere aggiunto nella miscela di aggregati prima dell'aggiunta del legante bituminoso nelle dosi dallo 0,3 % allo 0,6 % sul peso degli aggregati, in funzione alla quantità di legante utilizzato. Tale fibra dovrà essere aggiunta direttamente nel mescolatore dell'impianto di confezionamento dei conglomerati bituminosi tramite coclea dosatrice o macchinari idonei.

CARATTERISTICHE	Unità di misura	Valore
Contenuto in cellulosa	%	>80
Spessore medio	m	40
Lunghezza media	m	200-300
Massa volumica a 26°C	g/l	80-100
Ph	-	7,0±1,0
Assorbimento in olio	%	500-600

25.2. Accettazione delle miscele

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

Le suddette composizioni delle miscele, se accettate dalla Direzione Lavori, verranno adottate nell'esecuzione dei lavori e l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

Tale curva granulometrica non dovrà superare i limiti del fuso prescritto per ogni tipo di conglomerato.

25.3. Confezionamento delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori

l'impiego del riciclato deve essere sospeso. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 150°C e 170°C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

25.4. Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, eventualmente applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia. Le caratteristiche ed il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 55% oppure al 60% di legante) dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,25Kg/m².

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, in particolare per strade extraurbane principali, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella seguente dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35Kg/m². Prima della stesa della mano d'attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo).

25.5. Posa in opera delle miscele

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica

per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve 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 deve risultare in ogni momento non inferiore a 125°C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

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

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 - 48 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,20Kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa dei binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

25.6. Controllo dei requisiti di accettazione. Penali

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive. Ogni campione è costituito da una latta di 5kg di conglomerato bituminoso sfuso prelevato dalla vibrofinitrice (o in alternativa da un tassello 40x40cm prelevato successivamente alla rullatura) e, in ogni caso, da n°3 carote prelevate successivamente alla rullatura.

Ogni prelievo dovrà avvenire alla presenza della Direzione Lavori e di personale addetto dell'Impresa.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico della Amministrazione Consortile nei casi previsti dall'art. 111 del D.lgs. 50/2016, come modificato dall'art. 75, comma 1, lett. b) del D.Lgs. 19 aprile 2017, n. 56 e dal D.M. 49/2018.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella seguente.

Per gli strati di base, binder, strato di rinforzo transitabile e usura, di norma sulla miscela e sulle carote verranno controllate:

- la curva granulometrica (1);
- la percentuale di bitume (2);
- la percentuale dei vuoti residui (9).

In caso di non rispondenza dei suddetti parametri alle prescrizioni, potranno essere effettuate ulteriori indagini e prove quali la stabilità, la rigidità ed il volume % dei vuoti residui, risultanti dalla prova Marshall eseguita con 75 colpi per faccia.

Inoltre potranno essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la Pressa Giratoria. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25° C (Brasiliana).

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall:

- peso di volume (Dm), stabilità e rigidità (C.N.R. 40173);
- percentuale dei vuoti residui (C.N.R. 39/73);
- perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (C.N.R. n. 121/87);
- resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana C.N.R. 134/91).

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, potrà essere richiesto il controllo della deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (C.N.R. 106/85). Il parametro J1 a 10°C deve essere compreso tra 25 e 40 cm²/daN*s) mentre lo Jp a 40°C deve essere compreso tra 14 x 10⁻⁶ e 26 x 10⁻⁶ cm² /daN*s).

25.7. Controllo dei conglomerati dopo la posa in opera e la rullatura. Penali

A distanza di almeno 10 giorni dalla posa in opera dei conglomerati la Direzione Lavori potrà prelevare dei campioni (costituiti ciascuno da n° 1 tassello e n° 3 carote) per il controllo delle seguenti caratteristiche:

- la granulometria degli aggregati (1);
- la percentuale di bitume (2);
- la percentuale dei vuoti residui (9).

Nel caso di strati antiscivolo (microtappeto ad elevata rugosità superficiale, conglomerato bituminoso con argilla espansa e conglomerato drenante fonoassorbente), si dovranno controllare le seguenti caratteristiche:

- coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.)
- microrugosità superficiale (HS)
- capacità drenante (solo per il conglomerato drenate).

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Tutti i valori percentuali menzionati nel presente articolo sono intesi approssimati alla seconda cifra decimale.

Nella curva granulometrica della miscela prelevata durante o dopo le lavorazioni sono ammessi scostamenti rispetto allo studio presentato dall'Impresa, delle singole percentuali dell'aggregato grosso di:

- ± 6 per lo strato di base, per lo strato di binder e per lo strato di rinforzo transitabile;
- $\pm 3,6$ per lo strato di usura;

Sull'aggregato fino (passante al crivello UNI n.5) sono ammessi scostamenti contenuti in $\pm 2,4$ e scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075mm contenuti in $\pm 1,8$.

Oltre gli scostamenti sopra riportati e subordinatamente all'accettazione della miscela non conforme da parte della Direzione Lavori, verrà applicata una detrazione del 5,00 % sul relativo prezzo di elenco.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,36$.

Oltre tale scostamento e subordinatamente all'accettazione della miscela non conforme da parte della Direzione Lavori, verrà applicata una detrazione del 5,00% sul relativo prezzo di elenco.

Per la percentuale dei vuoti residui, determinati sulle carote, potrà essere tollerato uno scostamento del volume percentuale fino al 50% dei rispettivi valori di accettazione; valori superiori comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Ferma restando l'accettazione della miscela non conforme verrà applicata una detrazione del 3,00% sul prezzo di elenco per ogni punto percentuale, o frazione, di vuoti in più o in meno rispetto ai valori di accettazione.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall; potrà essere accettata una variazione in meno fino al 15% dei rispettivi valori di accettazione.

La penalizzazione consisterà nella detrazione dello 0,40% al relativo prezzo di elenco per ogni punto percentuale di variazione in meno ammessa.

Per gli strati antiscivolo e per il tappeto drenante, sia l'aderenza (resistenza di attrito radente) misurata con lo Skid Tester secondo la norma C.N.R. 105/85 deve fornire valori di BPN (British Pendulum Number), che l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia C.N.R. 94/83, deve essere come da tabella. Qualora il valore medio di BPN o HS, per ciascuna tratta, sia inferiore ai valori prescritti, lo strato viene penalizzato del 10% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 30 e 0,15mm, potrebbe essere prescritta l'asportazione completa con fresa dello strato e la stesa di un nuovo tappeto. In alternativa si potrà procedere all'effettuazione di trattamenti di irruvidimento per portare il valore deficitario al di sopra della soglia di accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni, pur avendo superato il limite di accettabilità, non si raggiungessero i valori prescritti verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo. Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

Tutte le detrazioni sopra definite sono cumulabili, fino ad un massimo complessivo del 30% del relativo prezzo di elenco.

Le detrazioni potranno essere applicate solo ed esclusivamente se, a giudizio della Direzione Lavori, le nuove opere risultate non rispondenti alle norme, non costituiscono un pericolo per il transito o una deficienza tecnica intollerabile.

In caso contrario l'Impresa esecutrice dovrà provvedere a propria cura e spese alla totale rimozione dei conglomerati interessati.

25.8. Controllo della superficie di transito

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della regolarità superficiale, sia in direzione longitudinale che trasversale, mediante la prova col regolo di 4m, nonché, per i manti di usura a elevata rugosità superficiale, i controlli della resistenza allo scivolamento mediante la prova col pendolo.

I valori di zona costituiti dalla media dei valori misurati in 5 punti scelti sulla medesima traiettoria parallela all'asse stradale alla distanza di 10m l'uno dall'altro, dovranno risultare ovunque superiori a 55.

Tali valori, inoltre, non dovranno differire, dopo circa 2 mesi di assoggettamento al traffico, più di 2 punti da quelli ottenuti nelle medesime rispettive zone della pavimentazione appena ultimata.

25.9. Controllo dello spessore

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5 %.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,00% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Carenze superiori al 20 % dello spessore di progetto potranno comportare la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'impresa, ovvero l'integrazione fino allo spessore di progetto.

25.10. Norme di misurazione dei conglomerati bituminosi

Si possono verificare i seguenti due casi:

- a superficie di manto steso.

Sarà misurato in base alla superficie eseguita, intendendosi compensato nel prezzo unitario ogni magistero, nolo di macchine, trasporto, sfrido ed onere per la pulizia e la depolverizzazione del piano di posa, qualora non compensata con il relativo prezzo di elenco, confezione e stesa dei conglomerati bituminosi alle temperature prescritte, il rigoroso livellamento e cilindratura nello spessore prescritto secondo il piano stradale finito.

Esclusa solo la fornitura e posa in opera del legante di ancoraggio.

- a peso di conglomerato fornito.

In tutti i casi il prezzo di elenco compensa i magisteri, i costi di pesatura, anche per le eventuali maggiori distanze di trasporto occorrenti per raggiungere un peso pubblico sia durante la determinazione del peso lordo che della tara, i noli, ogni onere per la pulizia e la depolverizzazione del piano di posa, confezione e stesa dei relativi conglomerati bituminosi alle temperature prescritte, il rigoroso livellamento e cilindratura nello spessore prescritto secondo il piano stradale finito.

Esclusa solo la fornitura e posa in opera del legante di ancoraggio.

Si precisa che la determinazione del peso lordo e della tara dovrà sempre essere effettuata per ogni autocarro e per ogni viaggio, presso un peso pubblico o comunque accettato dalla Direzione Lavori.

Le pesature di cui sopra, dovranno essere effettuate in contraddittorio con l'Impresa.

25.11. Stesa superficiale di saturazione

Sopra pavimentazioni eseguite, in particolare, in misto granulare bitumato o in pietrischetto bitumato, il Direttore Lavori può sempre prescrivere la stesa di uno strato di legante da ricoprirsì con graniglia anidra o miscela di graniglia e sabbia (pezzatura e caratteristiche C.N.R. 1853 Fasc. n. 4) L'ordine dei lavori sarà il seguente:

- a. Pulizia del piano di posa.
- b. Erogazione uniforme e con idonea attrezzatura del legante approvato dal Direttore Lavori. Esso non dovrà essere inferiore ad 1 kg/m^2 (quantitativi superiori non saranno riconosciuti) dovendo garantire il perfetto ancoraggio ed evitare il rifluimento in superficie del legante stesso.
- c. Stesa del materiale anidro di saturazione o irruvidimento (che dovrà essere a spigolo vivo e rispondente alle norme di accettazione). La stesa dovrà essere rigorosamente uniforme ed omogenea; il quantitativo di inerte non dovrà essere minore a 15 l/m^2 .
- d. Rullatura con rullo leggero. La stesa deve effettuarsi mediante idonea spanditrice a pressione manovrata da personale specializzato. Il legante sarà scelto dall'Impresa, previa approvazione del Direttore Lavori e dovrà essere scelto in conformità alle condizioni stagionali del lavoro; ricorrendo a bitumi puri il lavoro dovrà essere svolto durante la stagione calda ed il bitume non dovrà essere impiegato a temperatura non inferiore ai 120°C . Il Direttore Lavori non accetterà le superfici su cui non sono state rispettate le prescrizioni elencate.

DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

26. GENERALITÀ

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della Amministrazione Consortile.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamenti e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Amministrazione Consortile, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

SOMMARIO

TUBAZIONI, PEZZI SPECIALI E RACCORDI DI POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ (PEAD) – PE100	1
1. GENERALITÀ	1
2. RIFERIMENTI NORMATIVI PER LA FABBRICAZIONE, POSA E COLLAUDI IN STABILIMENTO E IN OPERA DEI TUBI IN PEAD	1
3. MATERIE PRIME	1
4. MARCATURA DEI TUBI, DEGLI APPARECCHI IDRAULICI, DELLE FLANGE E DELLE GUARNIZIONI	1
5. ACCETTAZIONE DEI TUBI	2
6. TRASPORTO E ACCATAMENTO DEI TUBI	3
7. CURVATURA PER FLESSIONE NORMALE	3
8. GIUNZIONI	4
8.1. Giunzioni per saldatura	4
8.2. Saldatura testa a testa	4
8.3. Saldatura a manicotto termico	4
8.4. Giunto con ancoraggio mediante anello o ghiera di graffaggio	5
8.5. Giunto a flangia libera con collare di appoggio	5
8.6. Giunto a bicchiere con guarnizione Tyton	5
8.7. Giunto di smontaggio a tre flange	6
8.8. Collegamenti con altri materiali	6
8.9. Guarnizioni elastomeriche	6
9. PROVA IDRAULICA IN OPERA	7
10. COLLAUDO IN FABBRICA	7
10.1. Prova di durezza	8
10.2. Prove di trazione	8
11. ANCORAGGI	8
12. RACCORDI E ACCESSORI	8
12.1. Saracinesche metalliche a tenuta	9
12.2. Valvole a farfalla	9
12.3. Idrovalvole	10
12.4. Dispositivi di sfiato automatico	12
12.5. Misuratori di portata	13
13. ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI, CERTIFICAZIONI E DICHIARAZIONI	13
POZZETTI	15
14. POZZETTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO	15
14.1. Chiusini in vetroresina (PRFV) per pozzetti	15
MONITORAGGIO	16
15. APPARATO DI MONITORAGGIO E TELECONTROLLO PER PRESA COMIZIALE/NODO IDRAULICO	16
MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI	21
16. GENERALITÀ	21
17. CARICO E SCARICO	21
18. TRASPORTO	21
19. DEPOSITO E ACCATAMENTO	22
19.1. Accatamento dei tubi in cantiere	22
19.2. Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori	22
20. PRESCRIZIONI GENERALI SULLE GIUNZIONI DEI TUBI	23
20.1. Generalità	23
20.2. Tenuta idraulica	23
20.3. Modifiche longitudinali dei tubi	23
20.4. Angolatura	23
20.5. Forza di taglio	24
20.6. Comportamento alle sollecitazioni termiche	24

20.7.	Comportamento all'attacco chimico.....	24
20.8.	Resistenza alle radici.....	24
MODALITÀ E PROCEDURE DI POSA IN OPERA		25
21.	SCAVO E SUOI REQUISITI	25
22.	POSA DELLA TUBAZIONE E RINFIANCO	25
23.	RIEMPIMENTO DELLO SCAVO	26
CALCESTRUZZO		27
24.	GENERALITÀ	27
24.1.	Acqua di impasto	27
24.2.	Sabbia	27
24.3.	Pietrisco.....	28
24.4.	Calci aeree, leganti idraulici, additivi	28
24.4.1.	Calci aeree	28
24.4.2.	Leganti idraulici	28
24.4.3.	Additivi.....	28
24.5.	Impasti per conglomerati cementizi.....	29
24.6.	Controlli sul conglomerato cementizio.....	29
MISTI GRANULARI BITUMATI.....		30
25.	GENERALITÀ	30
25.1.	Caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi	30
25.1.1.	Composizione e caratteristiche dei conglomerati bituminosi	30
25.1.2.	Strato di base.....	30
25.1.3.	Strato di collegamento (binder).....	31
25.1.4.	Strato di rinforzo transitabile (conglomerato per stese integrative).....	31
25.1.5.	Strato di usura (tappeto)	32
25.1.6.	Aggregato grosso.	33
25.1.7.	Coefficiente di forma	33
25.1.8.	Equivalente in sabbia.....	33
25.1.9.	Aggregato fine.....	34
25.1.10.	Argilla espansa	34
25.1.11.	Additivi minerali (fillers)	34
25.1.12.	Leganti bituminosi di base e modificati	34
25.1.13.	Leganti bituminosi semisolidi	34
25.1.13.1.	Bitumi di base.....	36
25.1.13.2.	Bitumi modificati.....	36
25.1.13.3.	Bitumi con modifica "Soft"	37
25.1.13.4.	Bitumi con modifica "Hard"	38
25.1.13.5.	Emulsioni bituminose cationiche - legante "F1" a rapida rottura e "F2" a media velocità.....	40
25.1.13.6.	Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)	40
25.1.13.7.	Additivo stabilizzante	41
25.1.13.7.1.	Fibre di natura minerale (vetro).....	41
25.1.13.7.2.	Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo	41
25.1.13.7.3.	Fibre di cellulosa	42
25.2.	Accettazione delle miscele	42
25.3.	Confezionamento delle miscele.....	42
25.4.	Preparazione delle superfici di stesa	43
25.5.	Posa in opera delle miscele	43
25.6.	Controllo dei requisiti di accettazione. Penali	44
25.7.	Controllo dei conglomerati dopo la posa in opera e la rullatura. Penali.....	45
25.8.	Controllo della superficie di transito	47
25.9.	Controllo dello spessore	47
25.10.	Norme di misurazione dei conglomerati bituminosi	47

25.11. Stesa superficiale di saturazione	48
DEMOLIZIONI E RIMOZIONI	49
26. GENERALITÀ	49