



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Commissario di Governo per le Bonifiche e
la Tutela delle Acque nella Regione Campania



ACCORDO DI PROGRAMMA

Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese
nel Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale



INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DELLA FALDA DEL SIN NAPOLI ORIENTALE E REALIZZAZIONE DELLA PRIMA FASE ATTUATIVA PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato

DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE

Tavola

EE 07

Redatto da



SOGESID

Project Manager :
Ing. Rosanna GRADO

IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Carlo MESSINA



Il Responsabile
del Procedimento
Ing. Pasquale PARENTE

GRUPPO DI LAVORO

Ing. R. GRADO
(opere di bonifica, civili, idrauliche, monitoraggio)
Ing. M.T. BERNARDO
(Interferenze, impianto trattamento, espropri)
Geol. P. MARTINES (geologia, sismica)
Geol. A. CARLONI (modello idrogeologico)
Biol. S. RANIA (analisi contaminazione, studi
ambientali, monitoraggio)
Arch. E. CONFORTI (studio urbanistico)
Ing. G. LA CORTE (strutture, geotecnica)
Ing. B. FERRARO (elaborati economici)
Ing. L. PERGAMO (rilievo)
Ing. F. RIBOLDI (Impianto trattamento)
Geom. A. DE AMICIS (sicurezza)
Arch. S. CICINELLI - Geom. M. TEMPESTA -
Dott.ssa F. MONCADA (elaborati grafici)

Cod. Commessa

Codice

Nome file

Data : **Maggio 2016**

CAM 805

PD

EE

0

0

7

rev.
2

CAM805_PDEE007_2

Rev.

Data

Descrizione modifica

verificato

approvato

2

mag/2016

1ª Emissione Riunione Tecnica MATTM 8/4/2016

INDICE

CAPO I.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE- ORDINE DA TENERSI NEI LAVORI	4
Art. 1.	Qualità, requisiti, provenienza e accettazione dei materiali	4
Art. 2.	Accettazione, qualità ed impiego dei materiali	5
CAPO II.	REALIZZAZIONE DELLE AREE TECNICHE DI LAVORAZIONE E DI STOCCAGGIO/CARATTERIZZAZIONE	6
Art. 3.	Aree tecniche di lavorazione	6
Art. 4.	Preparazione e livellamento delle aree	6
Art. 5.	Posa in opera di materiale granulare per la regolarizzazione del fondo	6
Art. 6.	Membrana in HDPE e Geotessile	7
Art. 7.	Platea in calcestruzzo armato	7
Art. 8.	Posa in opera della rete di canalizzazione e raccolta acque	9
Art. 9.	Sistema di raccolta acque	10
Art. 10.	Strutture di contenimento e di copertura dei materiali nelle aree tecniche	10
CAPO III.	MOVIMENTAZIONE TERRENI	12
Art. 11.	Premessa	12
Art. 12.	Attività preliminari	12
Art. 13.	Classificazione dei terreni	12
Art. 14.	Allontanamento delle acque dall'area di lavoro	13
Art. 15.	Preparazione dell' aree – Diserbamento, eventuale scoticamento superficiale, taglio di alberature	13
Art. 16.	Saggi e tracciati	14
Art. 17.	Scavi	14
Art. 18.	Rilevati e rinterri	17
CAPO IV.	DEMOLIZIONI.....	21
Art. 19.	Murature e fabbricati	21
Art. 20.	Idrodemolizioni	22
Art. 21.	Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso .	22
CAPO V.	PALANCOLATI.....	24
Art. 22.	Esecuzione del palancoato	24
Art. 23.	Fornitura e posa dei palancolati	27
CAPO VI.	TRINCEE DRENANTI PER LA CAPTAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA.....	30
Art. 24.	Realizzazione delle trincee drenati	30
Art. 25.	Armature di protezione degli scavi.....	31
CAPO VII.	REALIZZAZIONE DEI POZZI DI CAPTAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA ...	32
Art. 26.	Pozzi di captazione	32
Art. 27.	Specifiche tecniche sistema di rimozione surnatante	38
Art. 28.	Gestione provvisoria degli impianti di emungimento e Bonifica	40

CAPO VIII. VIABILITÀ E PIAZZALI	43
Art. 29. Piazzali aree di cantiere	43
Art. 30. Recinzioni e segnaletica di Sicurezza.....	43
Art. 31. Cancelli di accesso	43
CAPO IX. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI.....	45
Art. 32. Materiali costituenti e loro qualificazione	45
Art. 33. Accettazione delle miscele.....	51
Art. 34. Confezionamento delle miscele	52
Art. 35. Trasporto delle miscele.....	53
Art. 36. Posa in opera delle miscele	53
Art. 37. Stagionatura e protezione del calcestruzzo	54
Art. 38. Acciaio per armature	55
CAPO X. STRUTTURE IN ACCIAIO.....	58
Art. 39. Generalità.....	58
Art. 40. Acciai laminati	59
Art. 41. Acciaio per strutture saldate.....	60
Art. 42. Bulloni e Chiodi	62
Art. 43. Specifiche per acciai da carpenteria in zona sismica.....	63
Art. 44. Forniture e documentazione di accompagnamento	63
Art. 45. Centri di trasformazione	64
Art. 46. Procedure di controllo su acciai da carpenteria.....	65
Art. 47. Controlli nei centri di trasformazione.....	67
Art. 48. Controlli di accettazione in cantiere	69
Art. 49. Montaggio	70
Art. 50. Prove di carico e collaudo statico.....	71
CAPO XI. STRUTTURE PREFABBRICATE IN CEMENTO ARMATO.....	72
Art. 51. Posa in opera	73
Art. 52. Appoggi	73
Art. 53. Montaggio	73
CAPO XII. TUBAZIONI.....	75
Art. 54. Tubazioni per reti in pressione	75
Art. 55. Tubazioni per reti di scarico.....	76
Art. 56. Marcatura	76
Art. 57. Criteri di accettazione	77
Art. 58. Movimentazione dei materiali.....	77
Art. 59. Trasporto	77
Art. 60. Carico, scarico, movimentazione	77
Art. 61. Accatastamento	78
Art. 62. Conservazione di raccordi, valvole, pezzi speciali.....	78

Art. 63. Modalità e procedure di posa in opera.....	78
Art. 64. Collaudo idraulico per tubazioni in pressione.....	89
Art. 65. Collaudo idraulico per tubazioni corrugate.....	91
Art. 66. Tubazioni e pezzi speciali	92
CAPO XIII. GEOSINTETICI.....	93
Art. 67. Geotessili.....	93
Art. 68. Protezione degli stati drenanti.....	94
Art. 69. Posa in opera del materiale	95
Art. 70. Geomembrane in HDPE	96
CAPO XIV. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE DI FALDA	106
Art. 71. Generalità impianti di sollevamento.....	106
Art. 72. Elettropompe sommergibili.....	109
Art. 73. Collegamenti idraulici	110
Art. 74. Strumentazione.....	111
Art. 75. Gestione impianti di sollevamento	112
CAPO XV. IMPIANTO TAF	114
Art. 76. Premessa	114
Art. 77. Installazione, avvio e taratura dell'impianto TAF.....	114
Art. 78. Gestione dell'impianto TAF	118
CAPO XVI. PAVIMENTAZIONI STRADALI	120
Art. 79. Generalità sui prodotti per pavimentazione	120
Art. 80. Prodotti per pavimentazioni stradali.....	120
Art. 81. Esecuzione delle pavimentazioni	120
CAPO XVII. GESTIONE DEI RIFIUTI	122
Art. 82. Gestione dei rifiuti.....	122
CAPO XVIII. MONITORAGGIO AMBIENTALE	124
Art. 83. Monitoraggio Conoscitivo	124
Art. 84. Monitoraggio dell'intervento	124
CAPO XIX. SPECIFICA TECNICA IMPIANTI ELETTRICI, SPECIALI E DI CONTROLLO	125
Art. 85. Impianti elettrici, speciali e di controllo	125

CAPO I. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MODO DI ESECUZIONE- ORDINE DA TENERSI NEI LAVORI

Art. 1. Qualità, requisiti, provenienza e accettazione dei materiali

I materiali da impiegare per la realizzazione delle opere descritte nel presente Disciplinare dovranno corrispondere ai requisiti prescritti nei successivi Capitoli; nel caso in cui non siano espressamente dichiarate le caratteristiche del materiale, l'Impresa dovrà fare riferimento a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.

È esclusiva responsabilità dell'Impresa reperire le notevoli quantità di materiali previste per la realizzazione dell'opera, senza che questa possa rivalersi in alcun modo sulla Stazione Appaltante.

In mancanza di particolari prescrizioni i materiali impiegati dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

La Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si dovranno impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.

I materiali occorrenti dovranno provenire da località e/o Aziende che l'Impresa ritiene di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori siano riconosciuti della migliore qualità e comunque rispondenti ai requisiti di cui sopra. L'Impresa dovrà quindi sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori ogni materiale in fase di approvvigionamento in cantiere e durante la posa in opera.

Nel caso in cui la Direzione Lavori dovesse rifiutare una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

I materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere, a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa risulta essere la sola ed unica responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere dovranno essere eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione della Direzione Lavori o dalle disposizioni che verranno ordinate volta per volta dalla Direzione Lavori. Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'impiego, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza dovrà essere dichiarata alla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà demolire e rifare, a sua cura e spese, i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione e protesta.

In merito all'eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dalla normativa vigente, verrà deciso secondo la procedura stabilita dalle norme medesime.

Qualora la Direzione Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare le necessarie verifiche.

Art. 2. Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I controlli di qualificazione in fase di approvvigionamento dovranno essere realizzati a cura dell'Impresa.

Le prove di controllo in corso d'opera rimangono a carico dell'Impresa e dovranno essere eseguite da un laboratorio (ufficiale quando previsto dalla legge) di gradimento della Committente e della Direzione Lavori.

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa è obbligata a prestarsi in tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione dei campioni, le analisi in sito e/o l'invio degli stessi a laboratori specializzati (ufficiali quando previsto dalla legge) indicati dalla Committente e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

Il prelievo dei saggi e/o campioni per le prove prescritte dovrà avvenire in contraddittorio e dell'operazione dovrà essere redatto apposito verbale con tutte le indicazioni utili ad individuare univocamente i prelievi effettuati, la loro conservazione e la loro autenticità che dovrà essere garantita, secondo i casi, da punzonature e/o sigilli e/o fotografie.

Le diverse prove ed esami sui campioni dovranno essere effettuate presso laboratori specializzati, secondo quanto previsto nel presente documento.

I risultati ottenuti in tali laboratori di fiducia della Committente saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

CAPO II. REALIZZAZIONE DELLE AREE TECNICHE DI LAVORAZIONE E DI STOCCAGGIO/CARATTERIZZAZIONE

Art. 3. Aree tecniche di lavorazione

All'interno dell'area di cantiere è prevista la realizzazione di due aree tecniche, denominate rispettivamente:

- Area Tecnica di Lavorazione, destinata alla riduzione granulometrica dei rifiuti;
- Area Tecnica di Stoccaggio e Caratterizzazione, funzionale allo stoccaggio/caratterizzazione, in apposite celle di accumulo, dei rifiuti.

Nella realizzazione delle platee delle suddette aree si dovrà procedere come segue:

- Rimozione della vegetazione e scotico e la livellazione del terreno superficiale;
- Posa in opera di materiale granulare per la regolarizzazione del fondo;
- Installazione di geotessuto di grammatura minima di 200 g/mq;
- Posa di telo impermeabile in HDPE dello spessore di 2,5 mm;
- Installazione di geotessile non tessuto di grammatura minima di 200 g/mq;
- Predisposizione, prima della gettata in calcestruzzo, delle canalette di raccolta acque/percolato;
- Getto della platea/pavimentazione in calcestruzzo armato (doppia rete elettrosaldata con distanziometri) dello spessore di circa 30 cm.

Art. 4. Preparazione e livellamento delle aree

La superficie di lavoro dove è prevista la realizzazione di entrambe le aree tecniche dovrà essere sgomberata da tutti gli oggetti estranei, quali strutture varie, resti vegetali (ceppi, radici, arbusti e sterpaglie), materiali di scarico e rifiuti provvisoriamente accumulati, rinvenuti alla consegna del cantiere.

Sarà a cura dell'Affidataria, l'allontanamento e lo smaltimento di tutto il materiale rinvenuto, salvo quanto diversamente specificato dal Direttore Lavori.

Di seguito l'Affidataria dovrà procedere, in accordo con il Direttore, all'individuazione e delimitazione in sito, tramite picchettamento, della superficie nella quale dovranno realizzarsi le aree tecniche.

Art. 5. Posa in opera di materiale granulare per la regolarizzazione del fondo

Una volta effettuate le lavorazioni di preparazione e livellamento delle due aree di cantiere si dovrà stendere sull'intera superficie uno strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con legante naturale, per uno spessore di 10 cm.

Sono comprese, inoltre, a totale carico dell'Impresa:

- l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria;
- acqua;
- prove di laboratorio;
- lavorazione e costipamento dello strato con idonee macchine.

Prima della posa del geotessile e dell'HDPE l'Impresa dovrà compattare accuratamente il materiale granulare steso, avendo cura di rispettare le pendenze calcolate in fase di progetto. Nel caso in cui i valori delle pendenze non fossero rispettati, è a cura e spese dell'Impresa, riportarsi a quei valori.

Art. 6. Membrana in HDPE e Geotessile

Caratteristiche fisiche del materiale (HDPE)

L'impermeabilizzazione dell'Area Tecnica di Lavorazione e dell'Area Tecnica di Stoccaggio/Caratterizzazione dovrà essere garantita mediante la posa in opera, per ciascuna area, di una geomembrana in polietilene ad alta densità (HDPE) dello spessore di 2,5 mm.

Il materiale costituente i rotoli di geomembrana dovrà essere ottenuto in monostrato mediante un procedimento di estrusione in continuo, il granulo utilizzato sarà vergine (non rigenerato) in percentuale maggiore del 97%.

Caratteristiche UNI/DIN ASTM / Valori minimi

- Larghezza telo: $\geq 5,00$ m
- H.D.P.E. vergine assolutamente non rigenerato: $\geq 97\%$
- Tensione di snervamento: 8202/8/53455/ ≥ 17 N/mm²
- Allungamento a snervamento: 8202/8 / 53455 / ≥ 9 %
- Tensione di rottura: 8202/8 / 53455 / ≥ 26 N/mm²
- Allungamento a rottura (vel. 50 mm/min.): 8202/8 / 53455 / ≥ 600 %
- Resistenza all'urto: 8653 / 53515 / ≥ 800 mJ/mm²
- Resistenza alla lacerazione: 8202/9 / 53377 / ≥ 130 N/mm
- Resistenza al punzonamento dinamico: 8202/12 / - / classe PD4
- Coefficiente di dilatazione termica: 8020/20 / D696 / $\leq 2,20 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$.
- Stabilità dimensionale (1h a 120°): 8202/17 / 16925 / $\leq 1,50$ %
- Carbon black: dispersione: 9555 / D3015 / A1-A2
- Carbon black: contenuto: 9556 / D1603 / ≥ 2 %
- Densità: 9092/A / 53479 / $0,94 \div 0,965$ g/cm³
- Resistenza allo stress cracking: / - / D1693/B / ≥ 2.000 h
- Spessore superficie liscia: 8202/6 / 53353 / $2,50$ mm ± 10 %
- Capacità di piegatura a freddo: 8202/15 / - / senza fessure a $T > -50^{\circ}\text{C}$.
- Aderenza migliorata: / - / - / sulle due facce

Caratteristiche fisiche geotessile

Il geotessile dovrà essere fornito corredato di una dettagliata descrizione del prodotto (composizione della materia prima e metodo di fabbricazione). Ogni rotolo di geotessile dovrà essere corredato di una etichetta riportante il nome del fabbricatore, il tipo di prodotto, la numerazione del lotto e del rotolo e la data di fabbricazione.

Il geotessile non tessuto agugliato a filo continuo in polipropilene avente e seguenti caratteristiche:

- massa areica maggiore di 200 g/m² (EN 965);
- spessore minimo maggiore di 2,0 mm (DIN 53855, ASTM-D-1777);
- resistenza al punzonamento maggiore di 2,5 kN (EN ISO 12236);
- resistenza a trazione longitudinale maggiore di 15 kN/m (EN ISO 10319);
- resistenza a trazione trasversale maggiore di 10 kN/m (EN ISO 10319);
- allungamento a rottura longitudinale $\leq 80\%$ (EN ISO 10319);
- allungamento a rottura trasversale $\leq 40\%$ (EN ISO 10319);
- permeabilità sotto 2KPa di pressione $\geq 10^{-3}$ m/s.

Art. 7. Platea in calcestruzzo armato

Nelle Aree Tecniche di Lavorazione e di Stoccaggio/Caratterizzazione dovranno essere realizzate delle platee in cemento armato.

Ciascuna platea dovrà essere realizzata con una pendenza massima del 2%, in modo da assicurare in ogni punto il giusto deflusso delle acque verso la canaletta perimetrale di raccolta acqua/percolato, di seguito descritta, evitando così la possibilità di creare zone di accumulo del liquido di percolazione.

Le platee dovranno essere realizzate utilizzando inerte di varie pezzature, al fine di assicurare un assortimento granulometrico adeguato, rispetto alla destinazione e all'uso del getto, con pezzatura massima in funzione della maglia della rete elettrosaldata, in maniera da evitare il fenomeno della "grigliatura" degli inerti.

Si evidenzia che il dimensionamento esecutivo di ciascuna singola platea, comprensivo dei calcoli esecutivi della stessa, è a cura ed onere dell'Affidatario, il quale dovrà tenere conto dei carichi previsti per la stessa (materiali depositati, traffico di automezzi pesanti, struttura di contenimento/copertura, ecc.), attualmente quantificabili in 10-15 ton/m².

La progettazione esecutiva di tali aspetti farà riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i.

Preparazione della superficie di stesa della platea in calcestruzzo

La miscela di inerti e cemento verrà stesa sul piano finito dello strato di sottofondo, dopo che sia stata accertata, dal Direttore Lavori, la rispondenza di quest'ultimo, ai requisiti indicati. Ogni depressione o avvallamento, presente sul piano di posa, dovrà essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario, verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido, e se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

Posa in opera della platea in calcestruzzo

La stesa dovrà essere eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi.

Il tempo massimo tra l'aggiunta dell'acqua alla miscela di inerti e cemento e l'inizio della compattazione, non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai in presenza di pioggia.

Nel caso in cui, le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino un'elevata velocità di evaporazione dell'acqua, contenuta nella miscela, è necessario provvedere ad un'adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le due ore, per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, i quali andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto, terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola, prima della ripresa della stesa, occorre provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

Armatura

La platea sarà armata con doppia rete elettrosaldata 200x200 mm, f =12 mm munita degli appositi distanziometri.

La voce di capitolato, include la fornitura e la posa in opera della rete, compresi il filo di ferro delle legature, i distanziatori, le eventuali saldature, la lavorazione secondo quanto previsto e quanto necessario, il trasporto e lo scarico, l'accatastamento, l'avvicinamento al luogo di posa e quanto altro necessario, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte

Art. 8. Posa in opera della rete di canalizzazione e raccolta acque

Nell'Area Tecnica di Stoccaggio/Caratterizzazione la rete di canalizzazione perimetrale dovrà essere costituita da due rami separati e distinti i quali confluiranno entrambi in un punto comune di recapito (pozzetto di raccordo 1), costituito da un pozzetto grigliato carrabile. Entrambi i rami dovranno essere caratterizzati da una pendenza pari allo 0,5%.

Di conseguenza, a quanto sopra riportato, in ciascuna delle due sezioni del sistema di canalizzazione, si passerà da una profondità di posa degli elementi, rispetto al piano di calpestio (piano finito della platea), pari a circa 20 cm nella parte iniziale (lato monte), ad una profondità massima di posa, degli elementi della canaletta, pari a circa 40 cm, nella parte centrale. Pertanto si dovrà prevedere, per gli elementi della canaletta, un sistema di prolunghe tali, da mantenere il grigliato a livello con la platea stessa.

Relativamente all'Area Tecnica di Lavorazioni la rete di canalizzazione perimetrale dovrà essere costituita da un unico ramo che andrà a confluire ad un unico pozzetto di recapito (pozzetto di raccordo 2).

Si prevede di realizzare un sistema di canalizzazione, di lunghezza pari a circa 46 m e con una sola pendenza pari al 0,5 %; anche in questo caso si passerà da una profondità di posa degli elementi, rispetto al piano di calpestio (piano finito della platea), pari a circa 20 cm nella parte iniziale, ad una profondità massima di posa, degli elementi della canaletta, pari a circa 53 cm nella parte finale. Pertanto si dovrà prevedere anche in questo caso un sistema di prolunghe tali da mantenere il grigliato a livello con la platea stessa.

Le acque intercettate dalla rete di canalizzazione, attraverso due condotte interrato e distinte, andranno a confluire verso un serbatoio di accumulo, installato in prossimità dell'Area Tecnica di Lavorazioni, di seguito descritto.

Le due condotte dovranno essere costituite da tubi flessibili in PVC (DN 200 D 210); poiché non si temono dilatazioni potranno essere usati giunti a bicchiere o a manicotto non scorrevole, con tenuta mediante incollaggio, purché sia garantita l'assenza assoluta di qualsiasi fuoriuscita del liquido dalla condotta interrata.

Nella posa in opera delle due condotte dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- piano di posa della condotta proveniente dall'Area Tecnica di Stoccaggio/Caratterizzazione con pendenza minima pari a 1%;
- piano di posa della condotta proveniente dall'Area Tecnica di Lavorazione con pendenza minima pari a 3%;
- la larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a (D+0,40) m;
- la condotta dovrà essere posata su un letto di sabbia di spessore minimo 0,15 m ed il rinfilanco dovrà essere effettuato con sabbia ben costipata;
- il rinterro dovrà essere eseguito fino a 30 cm sopra la generatrice superiore e dovrà essere eseguito ancora con sabbia.

- Il riempimento della trincea dovrà essere realizzato con tout-venant materiale di scavo della trincea stessa.

Il prezzo contrattuale comunque comprende tutti gli oneri per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Art. 9. Sistema di raccolta acque

In prossimità dell'Area Tecnica di Lavorazione, dovrà essere posto in opera, per la gestione degli eventuali percolati provenienti da entrambe le aree tecniche, un pozzetto di raccordo gettato in opera collegato a sua volta ad un serbatoio di accumulo a doppia parete di capacità di 1000 l.

Il pozzetto dovrà avere le dimensioni in pianta 1,5 m x 1,5 m (interno) ed una altezza di circa 2,2 m (interno), con un volume utile minimo pari a circa 2,0 m³, e sarà caratterizzato da una struttura in conglomerato cementizio vibrato, rinfiato con conglomerato cementizio alla base e ai lati il tutto secondo le norme antisismiche vigenti.

Il serbatoio a doppia parete dovrà, invece, essere in lamiera in acciaio al carbonio S235JR laminato a caldo, con uno spessore della camera interna e della camera esterna di minimo 4 mm, e con trattamento esterno con clorocaucciù di colore nero. Quando necessario dovrà essere svuotato tramite autoaspirante ed i liquidi smaltiti secondo la normativa vigente, a totale carico dell'Impresa.

Rimane a carico dell'Affidataria il dimensionamento di dettaglio dei particolari strutturali ed idraulici dei sistemi installati.

I prezzi contrattuali comprendono la fornitura e la posa in opera a perfetta regola d'arte del pozzetto di raccolta, la realizzazione dei collegamenti idraulici necessari.

Art. 10. Strutture di contenimento e di copertura dei materiali nelle aree tecniche

Strutture di contenimento nell'area tecnica di lavorazione

Nell'area Tecnica di Lavorazione, al di sopra della platea, dovrà essere approntato, un muro di contenimento dei materiali che dovrà essere realizzato solo per una porzione perimetrale della platea. Il muro di contenimento dovrà essere posto in opera attraverso l'utilizzo di manufatti mobili prefabbricati (tipo new jersey). Su tale area non è stato previsto un sistema di copertura, in quanto essa ha solo funzione di area di transito e lavorazione del materiale scavato. In ogni caso, in via cautelativa, si dovranno disporre dei teli impermeabili (LDPE), con i quali poter ricoprire il materiale in caso di pioggia. Il prezzo contrattuale comprende gli oneri di trasporto, posa in opera, nolo, smontaggio ed allontanamento a fine lavori.

Strutture di contenimento nell'area tecnica di stoccaggio/caratterizzazione (celle di accumulo)

Nell'area Tecnica di Stoccaggio/Caratterizzazione, al di sopra della pavimentazione/platea, deve essere approntata n. 1 celle di accumulo dei materiali, provenienti dalle attività di scavo giornaliera ed a seguito del loro passaggio nella suddetta Area di Lavorazione.

Le celle di accumulo dovranno essere approntate attraverso la posa in opera di pareti mobili, perimetrali e divisorie, prefabbricate, autostabili e modulari;

Le pareti mobili prefabbricate dovranno essere dotate di un incastro maschio-femmina in maniera tale da poter essere accoppiati fra loro attraverso un sistema a guarnizione sigillante adesiva.

Struttura di copertura delle celle di accumulo nell'area tecnica di stoccaggio/caratterizzazione

Al fine di evitare l'instaurarsi di fenomeni di lisciviazione di contaminanti, da parte delle acque meteoriche, ciascuna cella dovrà essere dotata di un sistema di copertura. La copertura risulta

costituita da un telone in PVC, sostenuto da una struttura metallica e provvista di canali laterali di raccolta delle acque meteoriche.

Sarà cura dell’Affidataria valutare quale tipo di copertura sia la più appropriata per l’esecuzione delle attività del presente progetto; in ogni caso la copertura prescelta dovrà essere certificata e garantita alla resistenza a carico neve e vento, così come previsto dalle normative vigenti.

CAPO III. MOVIMENTAZIONE TERRENI

Art. 11. Premessa

La movimentazione dei terreni comprende il diserbamento, lo scoticamento superficiale e scavi che si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione;
- rilevati e rinterri.

Nell'esecuzione di qualunque operazione di movimentazione dei terreni, l'Impresa dovrà attenersi alle norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Inoltre dovrà predisporre tutti gli accorgimenti necessari per garantire la piena ed assoluta sicurezza degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per la movimentazione dei terreni dovranno essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva, atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro.

Al termine della movimentazione dei terreni e dei rifiuti, prima di procedere all'attività successiva, si dovrà aspettare l'approvazione dei lavori effettuati da parte della Direzione Lavori.

Art. 12. Attività preliminari

Prima di iniziare, l'Impresa dovrà eseguire un rilievo topografico dell'area oggetto dell'Appalto e fornirlo alla Direzione Lavori, la quale provvederà ad effettuare una verifica con il rilievo di progetto, per tenere conto di eventuali variazioni altimetriche.

L'Impresa dovrà inoltre eseguire la picchettatura del perimetro esterno dell'area di lavoro, in modo che risultino chiaramente visibili i limiti da rispettare durante le operazioni di movimentazione dei terreni.

Prima di iniziare i lavori di movimentazione con l'eventuale scotico dell'area, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori un cronoprogramma dettagliato dovrà essere in perfetta coerenza e/o migliorativo rispetto a quello di progetto ed inserito in contratto.

Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni a tale programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema dettato, ed in special modo la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei materiali da interessare e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

L'Impresa, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i predisposti mezzi d'opera in genere e specificatamente gli impianti ausiliari siano largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

Art. 13. Classificazione dei terreni

I terreni vengono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR – UNI 10006:1963 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre" ed il suo

aggiornamento (limitatamente alle parti A B e C) la cui denominazione è UNI 10006:2002 "Costruzione e manutenzione delle strade, tecniche di impiego delle terre". In particolare si ha:

- Materiale sciolto: comprende terreni, terre, sabbia e materiali sciolti di piccola pezzatura in generale, nonché le rocce profondamente alterate, oppure diaclasate, fratturate e fessurate. Lo scavo può essere effettuato con il normale impiego di mezzi meccanici senza richiedere l'uso del martellone. I trovanti di volume sino a 1,00 m³ in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria.
- Roccia: comprende in generale tutti quei materiali litici, duri e compatti il cui scavo viene effettuato mediante l'utilizzo di martelloni o ricorrendo all'uso di esplosivi.

I trovanti di volume superiore a 1,00 m³ in sbancamenti saranno pure considerati in questa categoria. Per la contabilizzazione dei prezzi corrispondenti alla suaccennata classificazione, dovrà essere cura dell'Impresa avvisare la Direzione Lavori di ogni cambio di categoria, richiedendo che la stessa Direzione Lavori provveda a determinare i volumi dei materiali corrispondenti alle diverse categorie, quando questi materiali siano ancora in sito.

Art. 14. Allontanamento delle acque dall'area di lavoro

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'allontanamento e allo smaltimento delle acque di qualsiasi provenienza (meteoriche e/o sotterranee) e quantità, eventualmente raccoltesi in corrispondenza dell'area di lavoro, durante le operazioni di movimentazione dei terreni e comunque fino all'attività successiva.

L'allontanamento delle acque dovrà avvenire senza intralciare le attività di cantiere.

Dovrà essere eseguito con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

I sistemi impiegati per l'eliminazione delle acque dovranno essere sicuri ed idonei, in modo che non ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento dei lavori nell'area di cantiere e nelle zone limitrofe e nessun danno alle opere in costruzione, al personale di cantiere ed alla proprietà oltre che alla salubrità dell'ambiente.

Art. 15. Preparazione dell' aree – Diserbamento, eventuale scoticamento superficiale, taglio di alberature

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante ed alberi.

Lo scotico consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nell'esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- il diserbamento e lo scotico del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di realizzare qualsiasi scavo e/o rilevato;
- tutto il materiale vegetale (inclusi ceppi e radici) dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
- il materiale scotico, se riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate: diversamente, il materiale dovrà essere trasportato a discarica. È comunque vietata categoricamente la posa in opera di tale materiale per la costruzione di rilevati;

- lo scotico viene stabilito nella misura ritenuta adeguata dalla D.L., al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento, tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti il terreno.
- Sarà a cura e spese dell'Impresa lo smaltimento di tutto il materiale rinvenuto, salvo diversamente specificato dalla Committente.

Art. 16. Saggi e tracciati

Al termine delle operazioni di preparazione dell'area e prima di iniziare i lavori di scavo e/o riporto, l'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettatura completa o parziale dell'area, in modo che risultino indicati i limiti delle varie categorie delle opere in progetto (scavi, riporti, strade, etc.), in base alle dimensioni riportate negli elaborati di progetto.

A tempo opportuno e secondo le indicazioni della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà posizionare le modine o garbe utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento degli scavi, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora alla movimentazione dei terreni siano connesse opere murarie e/o in calcestruzzo (semplice, armato e precompresso), l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori di movimentazione dei terreni.

L'Impresa è tenuta all'accertamento della presenza di eventuali sottoservizi prima di cominciare qualsiasi operazione di scavo.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro o altri motivi, al di fuori delle linee indicate nei disegni e senza autorizzazione scritta della Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

L'Impresa, inoltre, dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento dei vani rimasti al di fuori delle linee indicate con materiali che saranno specificati dalla Direzione Lavori di caso in caso.

Art. 17. Scavi

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata alla formazione di strutture quali fondazioni, canalizzazioni, reti fognarie, argini di vario tipo e funzione, etc..

Il materiale di scavo, salvo casi eccezionali, è costituito da materiale sciolto. Gli scavi possono essere eseguiti a mano e/o con mezzi meccanici.

Si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione/scavi a sezione obbligata.

Le superfici finali dovranno essere sagomate e le scarpate profilate come indicato negli elaborati grafici di progetto.

Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti di terreno, occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, (piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, etc.) e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Scavi di fondazione/scavi a sezione obbligata

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti (di norma verticali o subverticali) e a parete ristretta, riproducenti il perimetro dell'opera, necessari per dar luogo a muri, pilastri di fondazione, tubazioni, condotte di qualsiasi natura, fossi, cunette, trincee drenanti, etc.. Vengono anche denominati scavi a sezione obbligata.

Gli scavi di fondazione dovranno essere eseguiti fino alle quote previste dal progetto. Qualora si riscontrassero situazioni particolari, la Direzione Lavori si riserva piena facoltà di variare le quote nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze. le pareti saranno verticali od a scarpa a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi relativi alle trincee drenanti dovrà scrupolosamente rilevare quote e pendenze del terreno in modo da poter assicurare il deflusso corretto delle acque.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione rimasti intorno alle murature ed ai necessari costipamenti sino al primitivo piano del terreno o a quota di progetto, previa approvazione della Direzione Lavori.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione verranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Norme generali

Nell'esecuzione degli scavi (di sbancamento e di fondazioni/sezione obbligata), l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo.

L'Impresa dovrà profilare le scarpate degli scavi con le inclinazioni appropriate, in relazione alla natura e alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico della stessa; inoltre dovrà rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo le quote e le pendenze di progetto.

L'Impresa dovrà prendere tutte le precauzioni possibili ed usare i metodi di scavo più idonei allo scopo per evitare smottamenti oltre le linee di scavo indicate nei disegni di progetto.

Qualsiasi smottamento, movimenti di massi o terra, che si verifichino nelle aree di scavo comporterà l'onere della rimozione del materiale da parte dell'Impresa.

Nel caso in cui il fondo risultasse smosso, l'Impresa dovrà compattare detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (prova di compattazione AASHTO modificato - CNR 69/1978 e CNR 22/1972).

Se negli scavi si dovessero superare i limiti di progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito dall'Impresa e la stessa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in eccesso, utilizzando materiali e mezzi idonei.

Comunque la Direzione Lavori avrà sempre la facoltà, a suo insindacabile giudizio, di stabilire la sospensione e la limitazione dello scavo se lo riterrà necessario per la stabilità delle scarpate, e degli scavi stessi specialmente nei periodi di pioggia.

L'Impresa dovrà eseguire, ove previsto dagli elaborati di progetto e/o richiesto dalla Direzione Lavori, scavi campione con prelievi di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Impresa).

Tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, installazione di opere provvisoriale, etc.) dovranno essere adottate dall'Impresa per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrati e non di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente danneggiate.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.) al contenimento delle pareti degli scavi, in modo da proteggere contro ogni pericolo, gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione sia degli scavi che delle murature, in accordo a quanto prescritto negli elaborati di progetto ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi. Essa sarà la sola ed unica responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature.

L'Impresa dovrà segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere alle fasi di lavoro successive.

In caso di inosservanza, la Direzione Lavori potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Per l'esecuzione degli scavi e relativi trasporti di materiale, l'Impresa sarà libera di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché siano riconosciuti rispondenti allo scopo dalla Direzione Lavori e non siano pregiudizievoli per la buona riuscita ed il regolare andamento dei lavori.

Allorché, in corso di lavoro, gli impianti di cantiere risultassero deficienti e/o comunque non rispondessero alle esigenze dei lavori in atto, l'Impresa è tenuta ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente, e ciò a sue spese senza che possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi e/o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo con altre attività previste in cantiere essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Materiali di risulta

I materiali provenienti dagli scavi in genere dovranno essere reimpiegati all'interno del cantiere.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente, per essere poi ripresi a tempo opportuno.

I soli materiali inerti provenienti da demolizioni e rimozioni ritenuti non idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, a discarica autorizzata.

Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione lavoro

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo planoaltimetrico (rilievo topografico) dell'area di scavo, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo, degli impluvi ed espluvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori.

Art. 18. Rilevati e rinterri

Con il termine "rilevati" vengono definite tutte le opere in terra che si innalzano sopra il piano campagna.

Con il termine "rinterri" si intendono i lavori di riempimento degli scavi effettuati.

In linea di massima i materiali da impiegare saranno specificati negli elaborati di progetto, ovvero indicati dalla Direzione Lavori.

Provenienza dei materiali

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, l'Impresa dovrà impiegare i materiali ritenuti idonei, provenienti dalle operazioni di scavo effettuate precedentemente e stoccati all'interno del cantiere.

Il materiale dovrà essere privo di qualsiasi materia estranea, quale terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo a giudizio della Direzione Lavori alla costruzione dei rilevati. Saranno altresì considerati non idonei ciottoli o blocchi con dimensioni superiori ai 10 cm, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle operazioni di scavo o comunque con alto contenuto di materiale organico o abbondante presenza di frazioni fini, quali limi o argille, saranno utilizzati esclusivamente come terreno vegetale per inerbimento.

Qualora, una volta esauriti i materiali ritenuti idonei provenienti dagli scavi occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati l'Impresa potrà ricorrere al prelievo del materiale necessario da cave di prestito, previa autorizzazione della Direzione Lavori e della Committente.

Per ogni zona di provenienza del materiale naturale, l'Impresa dovrà eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno un sondaggio o pozzetto ogni 10.000 m³), avvertendo la Direzione Lavori sulla data di esecuzione in modo da consentire di assistere e fornendo la documentazione comprovante l'esecuzione degli stessi (stratigrafie, fotografie, relazione).

Sarà compito dell'Impresa prelevare campioni nel corso dei sondaggi e/o dei pozzetti e fornire, tramite prove di qualificazione gli elementi necessari per l'approvazione del materiale naturale.

I risultati delle prove effettuate dall'Impresa dovranno essere messi a disposizione della Committente e della Direzione Lavori che si riserveranno nel giro di 15 giorni di esprimere il parere favorevole o contrario, prima dell'inizio del trasporto del materiale in cantiere.

Approvvigionamento materiali inerti per l'impiego nei lavori previsti in progetto

L'Impresa dovrà reperire i materiali inerti idonei per l'esecuzione dei lavori nel rispetto dei tempi indicati nel cronoprogramma per il completamento delle opere.

Prove di qualificazione del materiale

Prima di iniziare le operazioni di stesura degli strati di riporto, sarà a cura e spese dell'Impresa verificare la rispondenza del materiale da impiegarsi con quelli progettuali richiesti.

Il materiale che non risponderà ai requisiti richiesti dovrà essere miscelato con le frazioni mancanti fino all'ottenimento del fuso granulometrico corretto.

Il prelievo dei campioni, le analisi, l'approvazione della Direzione Lavori e la successiva compattazione dovranno avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da far sì che le condizioni atmosferiche non alterino il grado di umidità del materiale.

In caso negativo non si procederà alla compattazione e dovranno essere presi provvedimenti tali che riportino il materiale al grado di umidità voluto e le verifiche diano esito positivo.

Materiale proveniente da scavi

Il materiale proveniente dagli scavi dovrà essere sottoposto a prove di caratterizzazione e costipamento per verificarne l'idoneità.

Le prove da effettuarsi a carico dell'Impresa alla frequenza indicata sono:

- n.1 analisi granulometrica per setacciatura (ASTM D421) e per sedimentazione con aerometro (ASTM D422), per ogni 2.500 m³ di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318), per ogni 5.000 m³ di materiale;
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard - metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione) con provini di grosso diametro ($\Phi \geq 100$ mm) per ogni 5.000 m³ di materiale;
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Modificato - metodo Proctor (ASTM D1557) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione) con provini di grosso diametro ($\Phi \geq 100$ mm) per ogni 5.000 m³ di materiale;

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione lavori e costituiranno parte integrante per l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

Materiale proveniente da cave di prestito

Per ogni campione di materiale naturale prelevato in cava, l'Impresa dovrà fornire le seguenti prove necessarie per l'accettazione dello stesso:

- n. 1 misurazione dell'umidità naturale (in cava) (ASTM D2216), per ogni 1.000 m³ di materiale;
- n. 1 analisi granulometrica per setacciatura (ASTM D421) e per sedimentazione con aerometro (ASTM D422), per ogni 2.500 m³ di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318), per ogni 5.000 m³ di materiale;
- n.1 classificazione CNR, per ogni 5.000 m³ di materiale
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard - metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione), per ogni 5.000 m³ di materiale;
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Modificato - metodo Proctor (ASTM D1557) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione), per ogni 5.000 m³ di materiale.

Posa in opera

La posa in opera del materiale dovrà essere eseguita con regolarità per strati di spessore altezza massima finita minore o uguale a quella stabilita con le prove di compattazione, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua e fino all'ottenimento degli spessori richiesti dal progetto, così come indicato negli elaborati grafici.

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

La granulometria dei materiali costituenti il rilevato dovrà essere il più omogenea possibile. In particolare, si dovrà evitare di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita e/o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato un'elevata percentuale di vuoti), a strati di terre a grana più fine che, per effetto delle vibrazioni prodotte dai veicoli transitanti in aree limitrofe, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

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

La procedura di stesura e compattazione sarà così articolata:

- riporto e stesura del materiale con estensione degli strati, in direzione perpendicolare alla scarpata, la superficie di stesura di ciascuno strato sarà maggiore della sagoma di progetto del rilevato; la maggiore estensione orizzontale degli strati sarà tale da permettere la compattazione dell'intera sagoma di progetto e consentire la riprofilatura dello stesso con mezzi meccanici;
- compattazione di ciascun strato con estensione in direzione perpendicolare alla scarpata oltre la sagoma di progetto del rilevato di 0.5-2.0 m, cioè ad una distanza di 1.0-1.5 m dal bordo esterno del rilevato per garantire la sicurezza degli operatori;
- riprofilatura finale della parete partendo dall'alto verso il basso con mezzo meccanico per raggiungere la sagoma prevista.

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

In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

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

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

Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo. Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa dovrà provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese. Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato.

Se nel rilevato dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire, a sua cura e spese, i lavori di ricarico.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore dovrà essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati.

Nel caso in cui l'Impresa non raggiunga le caratteristiche di addensamento richieste è tenuta a ridurre gli spessori di stesa o ad aumentare il numero di passate del rullo compattatore.

Si precisa che all'Impresa sarà riconosciuto solo il volume di riporto previsto dagli elaborati di progetto, rimanendo a sua cura e spese, la fornitura, la messa in opera e la compattazione di volumi maggiori di materiale.

Mezzi di compattazione

Le prescrizioni di cui sotto sono delle richieste minime. Si prevede un numero minimo stabilito durante le prove di compattazione di passate di rullo vibrante per il materiale costituente il corpo rilevato.

Il giusto numero di passate ed i mezzi idonei saranno definiti con la Direzione Lavori nella fase di lavorazione iniziale, valutando anche l'uso e l'opportunità di vibrare durante la compattazione.

Qualora la densità in sito e le prove di carico su piastra non raggiungano i limiti previsti, il numero di passate richiesto dovrà essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non sarà concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle minime.

Operazioni di compattazione

I rulli compattanti dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili con una sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

La velocità operativa dei rulli non dovrà superare 4 km/h.

Le operazioni di compattazione, dovranno essere dirette da un capo squadra competente.

Valori di riferimento

Il materiale compattato in sito dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- densità: maggiore/uguale 90% della densità ottimale del Proctor Standard;
- modulo di deformabilità: ME maggiore/uguale 250 kg/cm² valutato tra 0,5 e 1,5 kg/cm² (ottenuto tramite prove di carico su piastra).

Verifica tolleranze plano-altimetriche e accettazione

L'Impresa dovrà eseguire, a sua cura e spese, un controllo planoaltimetrico (rilievo topografico) dell'area di scavo, rilevando tutti i punti singolari delle linee di scavo, degli impluvi ed espluvi ed un numero sufficiente di punti nei piani inclinati da concordare con la Direzione Lavori.

Modalità di mantenimento

L'Impresa dovrà mantenere, a sua cura e spese, la superficie in ottimo stato di conservazione fino all'esecuzione dell'attività successiva. Tramite apposite canalette si impedirà la corrivazione e/o il ristagno sulle superfici preparate. Sarà a cura e spesa dell'Impresa il trasporto a rifiuto di tutto il materiale di scarto.

CAPO IV. DEMOLIZIONI

Art. 19. Murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), (ponti, viadotti ad arco e non, cavalcavia, scatolari ecc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore; o clipper
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Appaltatore dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

Inoltre l'Appaltatore dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisorie ed i mezzi d'opera.

L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Appaltatore la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

Art. 20. Idrodemolizioni

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.) alle quali l'Appaltatore dovrà uniformarsi in sede operativa.

Art. 21. Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina

escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

CAPO V. PALANCOLATI

Art. 22. Esecuzione del palancolato

Il palancolato è costituito dalla combinazione di elementi metallici (tipo AU, HZ e pali circolari) come indicato nei disegni di progetto. Per semplicità la combinazione di elementi verrà nel seguito con “palancola/e”.

Il palancolato sarà caratterizzato da una lunghezza variabile degli elementi metallici lungo il suo sviluppo. Ciascun modulo (o concio) sarà caratterizzato dalla stessa lunghezza degli elementi metallici, tale lunghezza varierà da concio a concio. Per modulo o concio si intende la porzione di doppio palancolato a forma di arco.

Condizione del sulo

L'Impresa, prima dell'infissione delle palancole, riconosce che ha esaminato il sito e le prove geotecniche fornite a corredo del progetto, e conosce il lavoro da svolgere, del quale fa parte l'infissione delle palancole attraverso gli strati evidenziati dalle prove geotecniche.

L'Impresa resta comunque libera, a sua cura e spese, di realizzare sondaggi, prove penetrometriche o altre prove geotecniche di verifica, ed ottenere in questo modo ulteriori informazioni; dette indagini integrative saranno comunque ritenute valide solo se sviluppate e realizzate in contraddittorio con l'Autorità Portuale e/o la Direzione Lavori.

Resta inoltre inteso che l'Impresa non potrà chiedere sovrapprezzi in funzione della natura dei terreni che devono essere attraversati con le palancole, indipendentemente dal fatto che abbia o no acquisito ulteriori informazioni sulla natura dei terreni con prove integrative.

Preliminarmente all'infissione delle palancole, l'Impresa dovrà effettuare tutte le indagini opportune e necessarie per verificare l'eventuale presenza di oggetti metallici, o di altra natura, presenti sul fondo o compenetrati nel terreno, in corrispondenza dell'allineamento di tutte le palancole da infiggere, e che potrebbero ostacolare la loro penetrazione nel terreno o deviarle rispetto alla verticale.

Approvazione della Direzione Lavori

Come più dettagliatamente richiesto nei paragrafi successivi relativi alle specifiche attività, l'Impresa è tenuta a redigere la documentazione in merito alle modalità di fornitura e alle lavorazioni, secondo quanto richiesto dal presente capitolato e le sottoporrà per approvazione alla Direzione Lavori. Tali documenti saranno consegnati con congruo anticipo rispetto alla data prevista per l'inizio delle lavorazioni, al fine di consentirne l'approvazione da parte della Direzione Lavori, senza causare ritardi ai tempi di cantiere previsti.

I documenti dovranno dare evidenza delle interfacce fra le diverse lavorazioni e del rispetto delle fasi e delle modalità di messa in opera descritte nel capitolato, negli elaborati grafici e nella relazione tecnica del presente progetto. E' data facoltà all'Impresa di proporre modifiche alle suddette fasi o modalità di messa in opera, purché esse modifiche siano motivate e descritte nella documentazione scritta richiesta; l'operatività di tali modifiche è subordinata all'approvazione della documentazione da parte della Direzione Lavori.

L'Impresa, ai fini della definizione della metodologia e dell'attrezzatura ottimale per la realizzazione delle opere previste in progetto, dovrà preliminarmente procedere, a sua cura e spese, con l'esecuzione di una serie, almeno 3, di prove di infissione in posizioni concordate con la Direzione

Lavori. Le prove di infissione dovranno essere eseguite cercando di riprodurre le stesse condizioni esecutive che si realizzeranno durante l'esecuzione dei lavori in oggetto (lunghezza di infissione, tipologia delle palancole, etc.)

Sulla base dei risultati delle prove di infissione l'Impresa consegnerà alla Direzione Lavori una lista dell'attrezzatura che intende usare per l'infissione delle palancole; la lista sarà presentata alla Direzione Lavori almeno 14 giorni prima della data prevista per l'inizio delle operazioni di infissione delle palancole, che potranno cominciare solo dopo l'approvazione dell'attrezzatura proposta da parte della Direzione Lavori.

L'Impresa potrà apportare variazioni (aggiungendo o togliendo attrezzatura) a questa lista solo dietro formale approvazione da parte della Direzione Lavori; l'Impresa resta comunque l'unica responsabile per fornire un'attrezzatura adatta all'infissione delle palancole.

Oltre alla lista dell'attrezzatura, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori il programma di tutte le fasi di infissione; il documento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori prima dell'inizio delle operazioni.

Rapporti di infissione

Durante l'infissione l'Impresa compilerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei rapporti sulle principali osservazioni effettuate durante l'infissione.

Sezione della palancola in funzione dell'attrezzatura di infissione

È importante verificare che la sezione della palancola prevista nei disegni di progetto sia in grado di sopportare le azioni che essa riceve all'atto dell'infissione in funzione della sua lunghezza, delle caratteristiche dei terreni che deve attraversare e dell'attrezzatura prescelta.

L'applicabilità dell'attrezzatura deve essere controllata sulla base delle palancole previste in progetto.

Considerazioni generali per l'infissione delle palancole

Durante l'infissione, la pressione o l'impatto dovranno essere esercitati in posizione baricentrica e in direzione dell'asse di infissione. L'effetto dell'attrito sui ganci, che agisce su un solo lato, può essere preso in esame aggiustando la posizione in cui viene esercitata la pressione o l'impatto.

Le palancole, durante l'infissione, dovranno sempre essere guidate, tenendo conto della loro rigidità e delle tensioni che occorrono durante l'infissione, fermo restando che la posizione di progetto deve essere quella raggiunta al termine dell'infissione. Per questo fatto, il sistema delle guide deve essere sufficientemente stabile, rigido e resistente e le guide devono essere sempre parallele all'inclinazione dell'elemento da infiggere. Le palancole, durante l'infissione, dovranno essere guidate in almeno due punti, che dovranno essere più distanti possibile.

La guida inferiore sarà particolarmente resistente e il gancio di attacco dovrà essere guidato con particolare attenzione.

I primi elementi infissi saranno posizionati con cura particolare all'inclinazione richiesta; in questo modo si assicurerà un buon aggancio e minori errori di infissione quando saranno poste in opera le successive palancole.

La sommità delle palancole dovrà risultare piana e ad angolo retto con l'asse delle palancole e dovrà essere conformata in modo tale che il colpo del battipalo o la pressione degli spintori o dei vibratorii sia introdotta e trasmessa all'intera sezione trasversale; se necessario quindi sarà predisposta

un'apposita cuffia in caso di utilizzo di battipalo o una ganascia opportunamente conformata nel caso di infissione a vibrazione o a pressione.

L'infissione dovrà avvenire in modo tale che le palancole siano inserite dritte, verticali, parallele l'una all'altra e alla spaziatura prevista.

Prerequisiti affinché ciò possa avvenire sono una buona guida delle palancole durante il loro posizionamento iniziale ed il mantenimento di una corretta sequenza di infissione; inoltre è necessaria un'adeguata attrezzatura di infissione, sufficientemente pesante, rigida e dritta.

La sequenza di infissione dovrà essere indicata dall'Impresa ed approvata dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palanca; a tale proposito dovrà essere consultata la casa fornitrice per regolare la potenza di infissione, ed eventualmente per prevedere la spalmatura degli incastri di grasso, prima dell'infissione.

Per impedire che durante le fasi di infissione il cordone poliuretanico idrogonfiante posto all'interno dei gargami degli elementi per l'impermeabilizzazione dei giunti si danneggi, l'Impresa dovrà utilizzare un apposito strumento tagliente per la pulizia dei gargami delle palancole già infisse che dovrà essere posizionato alla base della palanca da infiggere.

Osservazione durante l'infissione delle palancole

Durante le operazioni di infissione la posizione degli elementi, le loro condizioni e le azioni esercitate su di essi per realizzare l'infissione devono essere costantemente controllati e devono essere effettuate opportune misure per verificare quando la posizione prevista in progetto è raggiunta.

Devono essere sottoposte a verifica sia la posizione iniziale che le fasi intermedie, in particolare dopo i primi metri di infissione. Questo infatti permette di percepire anche le più piccole deviazioni dalla posizione prevista (inclinazione, fuori piombo, disallineamento, ecc.) o deformazioni del piede della palanca e di porvi rimedio.

La penetrazione, allineamento e posizionamento delle palancole devono essere osservate con frequenza e con particolare cura in terreni duri o in cui vi sia la possibilità di incontrare trovanti o discontinuità.

Se una palanca, nel corso dell'infissione, non si dovesse più muovere o si dovesse notare una penetrazione alquanto rallentata, l'infissione deve essere fermata immediatamente. Nel caso di un palancolato continuo può essere inserita la palanca seguente, rimandando ad un secondo successivo tentativo l'infissione difficoltosa; qualora l'infissione risultasse ancora difficoltosa, la palanca dovrà essere estratta e reinfissa.

Se si dovesse percepire dalle osservazioni e misure in corso d'opera che uno o più elementi possono essere danneggiati, questi dovranno essere estratti e sostituiti, a cura e spese dell'Impresa.

Qualora il comportamento in fase di infissione evidenziasse che l'area in cui è occorso il danno è alquanto estesa e che quindi le palancole non possono essere riparate, l'Impresa presenterà alla Direzione Lavori una proposta per ripristinare le funzioni del palancolato, procedendo quindi alla realizzazione, a sua cura e spese, solo dopo l'approvazione della Direzione Lavori.

Art. 23. Fornitura e posa dei palancolati

Oggetto

Questa voce di capitolato speciale d'appalto stabilisce le condizioni tecniche di fornitura per le palancole laminate a caldo di acciai non legati da impiegare nelle pareti combinate previste in progetto. Il riferimento normativo è costituito dalla norma europea UNI EN 10248, parti 1 e 2.

Caratteristiche del materiale

L'acciaio costituente i palancolati sarà del tipo:

UNI EN 10248 S 270 GP (ex Fe430-C)

$f_y \geq 270$ MPa

L'acciaio delle palancole deve essere idoneo al processo di saldatura ad arco: il carbonio equivalente CEV non dovrà superare i valori dell'acciaio S270 secondo UNI EN 10025, Prospetto IV, allo scopo di garantire la saldabilità.

Saldature e qualifica dei procedimenti di saldatura

L'Impresa dovrà esibire alla Direzione Lavori il parere favorevole dell'Istituto Italiano della saldatura sulle modalità di esecuzione, le tipologie, i procedimenti di saldatura ed il materiale di apporto che intende impiegare. L'Impresa sottoporrà, secondo le modalità nel seguito specificate, le strutture saldate al controllo dell'Istituto Italiano della Saldatura che provvederà all'esame della preparazione dei lembi e di tutte le saldature, ad assistere ai controlli o ad eseguirli direttamente. Il procedimento di saldatura deve essere qualificato dall'Istituto Italiano della Saldatura. Nella definizione delle modalità di saldatura l'Impresa dovrà tener conto che in adiacenza delle aree di cantiere è collocato un deposito di carbone a cielo aperto. Il presente paragrafo vale, in particolare, per il successivo punto F.

Controlli e prove

Le prescrizioni inerenti ai controlli specifici e alle prove sono riportate al capitolo 8 della norma UNI EN 10248-1.

In particolare si prescrive l'esecuzione di controlli specifici, con riferimento a certificati di cui al punto 3.1.B della norma UNI EN 10204 (menzionato anche nella UNI EN 10021), sulla fornitura e l'esecuzione delle seguenti prove:

- Prova di trazione;
- Prova di resilienza;
- Verifica della composizione chimica;
- Verifica delle tolleranze dimensionali.

L'Impresa dovrà fornire tutti i certificati sui materiali e sulle prove come richiesto dalla Norma UNI EN 10204 e specificato in questo articolo.

L'Impresa consegnerà alla Direzione Lavori il suo piano di fornitura e stoccaggio, con un documento scritto che descriverà le fasi relative.

Esso sarà consegnato con congruo anticipo rispetto alla data prevista per la consegna delle palancole, al fine di consentirne l'approvazione da parte della Direzione Lavori, senza causare ritardi ai tempi di cantiere previsti.

Marcatura

Le prescrizioni inerenti alla marcatura dei singoli pezzi sono riportate al capitolo 9 della norma UNI EN 10248-1.

F. Suddivisione in conci (splicing) delle palancole

Si prevede la possibilità di confezionare la palanca mediante la giunzione con conci da assemblare in cantiere e con l'impiego di saldature testa a testa a completa penetrazione. Il progetto della suddivisione in conci e la specifica di saldatura dovranno essere sottoposte per approvazione alla Direzione Lavori e all'Istituto Italiano della Saldatura secondo quanto al punto relativo del presente articolo. Le saldature dovranno essere di classe I, ai sensi della vigente normativa sulle costruzioni in acciaio e della norma CNR UNI EN 10011; in particolare, si prevede il controllo radiografico del 100% delle saldature di giunzione dei conci.

Gargami (Interlock)

Il gargame dovrà soddisfare le prescrizioni delle raccomandazioni EAU 1996 al punto R67.

Nel caso della parete combinata composta di elementi portanti a doppio T o cilindrici cavi ed elementi di tenuta, il gargame di collegamento fra profilato a doppio T o cilindrico cavo e palanca tipo AU avrà una lunghezza pari a quella dei profilati stessi.

Elaborati di officina

L'Impresa sottoporà per approvazione al Direttore Lavori, i disegni d'officina delle palanche nei quali riceverà il contenuto dei disegni di progetto dettagliando inoltre almeno:

- schemi di marcatura e criteri di identificazione dei pezzi;
- caratteristiche dei materiali adottati e dei procedimenti di saldatura (sia industriali che di cantiere) che intende impiegare o il rimando ad apposite specifiche scritte e sottoposte per approvazione alla Direzione Lavori;
- posizione, dimensioni, criteri di realizzazione di tutte le forature previste nel progetto o richieste per esigenze di movimentazione dei pezzi;
- rappresentazione dello schema di movimentazione;
- modalità di infissione;
- rappresentazione del sistema di posizionamento (numero di elementi infissi simultaneamente, eventuali dime, ecc.);
- tolleranze di fabbricazione (conformemente a quanto previsto nel presente capitolato).

Infissione

L'Impresa, sulla base dei risultati delle prove di infissione, redigerà una procedura scritta del sistema di infissione e la sottoporà per approvazione alla Direzione Lavori. Essa sarà consegnata con congruo anticipo rispetto alla data prevista per l'inizio delle lavorazioni, al fine di consentirne l'approvazione da parte della Direzione Lavori, senza causare ritardi ai tempi di cantiere previsti. Tale procedura dovrà:

- definire le modalità di movimentazione delle palanche;
- definire le modalità di posizionamento delle palanche in sito (sollevamento, numero di elementi infissi simultaneamente, impiego di dime, ecc.);
- individuare la tipologia dei mezzi.

L'infissione dovrà avvenire secondo le modalità seguenti:

- vibrazione per i primi quindici metri;
- vibrazione o battitura per la restante lunghezza del profilato.

Per i restanti aspetti vale quanto indicato sui disegni di progetto.

Eventuali modifiche alle prescrizioni di cui sopra dovranno essere concordate con la Direzione Lavori. Infine, il progetto della ditta di posizionamento dovrà essere sottoposto per approvazione alla Direzione Lavori.

Se durante l'infissione si verificassero disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata, a totale spesa dell'Impresa.

In merito alle tolleranze di infissione vale quanto segue:

- Tolleranza di verticalità: il disassamento angolare massimo rispetto alla verticale ammesso è del quattro per mille rispetto alla lunghezza del pezzo nelle direzioni perpendicolare e parallela all'allineamento del palancolato;
- Tolleranza planimetrica: è ammesso uno scostamento massimo di ± 50 mm dell'asse della palanca rispetto all'asse dell'allineamento;
- Quota di estradosso parete rispetto al progetto: scostamento massimo pari a ± 50 mm.

In ogni caso dovrà essere garantita l'integrità e la continuità della ingargamatura fra le palanca tipo AU e tra le palancole tipa AU e i profilati a doppio T o cilindrici cavi.

Impermeabilizzazione dei gargami

Tutti i giunti tra le palancole lato cassa di colmata dovranno essere impermeabilizzati per mezzo di un prodotto poliuretanico idrorigonfiante. Nello svolgimento delle operazioni di stoccaggio, movimentazione, saldatura e infissione delle palancole l'Appaltatore dovrà attuare tutti i provvedimenti atti a garantire l'integrità dei dispositivi di impermeabilizzazione previsti in corrispondenza dei gargami delle palancole stesse. Qualora le dimensioni e/o la forma dei giunti non consentissero l'inserimento al loro interno di un prodotto impermeabilizzante il giunto dovrà essere saldato su tutta la sua lunghezza.

Al fine di garantire che durante l'infissione delle palancole il prodotto impermeabilizzante posto all'interno della palanca da infiggere, per effetto della presenza di particelle di terreno nel gargame della palanca già infissa, possa subire dei danni all'interno del gargame della palanca già infissa, prima di inserire il gargame della palanca da infiggere, dovrà essere inserito un apposito elemento metallico tagliente che durante le operazioni di infissione pulirà il gargame dai residui di terreno.

L'Impresa potrà proporre un sistema di impermeabilizzazione alternativo che comunque dovrà garantire un coefficiente di permeabilità medio della parete combinata non superiore di quello relativo alla soluzione tecnica prevista in progetto.

CAPO VI. TRINCEE DRENANTI PER LA CAPTAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA

Art. 24. Realizzazione delle trincee drenanti

Per lo scavo delle trincee è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geosintetici e dei materiali di riempimento saranno effettuate a seguire.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante, di idonea pezzatura ad elevata permeabilità

Le pareti dello scavo, preliminarmente al riempimento di materiale drenante saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile per evitare l'intasamento le cui caratteristiche saranno stabilite in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura), senza aggiunta di leganti.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 50.

Si dovrà prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Inoltre si provvederà ad impermeabilizzare il lato valle e la parte superiore con telo in HDPE o LDPE della trincea drenante, in modo da impedire sia il defluire delle acque oltre la trincea, che impedire l'infiltrazione delle acqua meteoriche dall'alto.

Prima della posa all'interno dello scavo del telo impermeabilizzante, le geomembrane HDPE/LDPE dovranno essere posizionate strisce contigue sovrapposte ai bordi e saldate con due tipi di saldatura: a doppia pista e per estrusione (in condizioni particolari e limitate).

Le saldature sono effettuate nel primo caso con l'ausilio di saldatrice automatica a gas caldo e/o elemento termico – tale sistema permette il rammollimento superficiale delle geomembrane per mezzo di gas addotto con portata e temperatura adeguata. La temperatura è misurata mediante un sensore posizionato sul canale di efflusso in prossimità dell'ugello.

Nel secondo caso si utilizza un estrusore manuale che permette un omogeneo rammollimento superficiale delle geomembrane e la contemporanea deposizione del materiale d'apporto alla velocità di avanzamento impostata.

Il sistema di saldatura a doppia pista permette l'esecuzione di collaudi non distruttivi mediante aria compressa, sull'intera superficie interessata, ai sensi della norma UNI 10567 per il controllo di qualità dei giunti saldati. La geomembrana HDPE viene protetta sia sul lato anteriore che sul lato posteriore con un geotessile.

Sul fondo dello scavo, per la raccolta delle acque drenate, si disporrà un tubo drenante corrugato e fessurato in polietilene del diametro adeguato alla portata d'acqua da intercettare.

Lo scavo così rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile e l'impermeabilizzazione con HDPE/LDPE aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 100 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i geosintetici impiegati e si ritomberà il tutto con materiale di riempimento idoneo proveniente dagli scavi.

Art. 25. Armature di protezione degli scavi

Per la protezione degli scavi verranno impiegate Armature di protezione e contenimento delle pareti di scavo in trincea mediante sistemi di blindaggio a pannelli metallici, di lunghezza modulare, spessore da 110 a 150 mm., inseriti in profilati a doppio binario, per profondità di scavo fino a m. 8,30, e puntoni regolabili da 900 a 3740 mm, completo di ogni accessorio per sostenere pareti di scavo con spinta del terreno fino a 176 kN/mq.

CAPO VII. REALIZZAZIONE DEI POZZI DI CAPTAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA

Art. 26. Pozzi di captazione

Caratteristiche generali

I pozzi di emungimento avranno le seguenti caratteristiche:

- Profondità perforazione fino 15 – 20 m circa da p.c.;
- Tratti ciechi e tratti filtranti: a secondo della zona di realizzazione del pozzo;
- Diametro perforazione: fino a DN 600 mm;
- Tutti i pozzi saranno attrezzati con Sistema di emungimento: pompa sommersa da 4" con camicia esterna in acciaio inossidabile AISI 304.

Le caratteristiche sopra riportate sono indicative, si fondano sulle conoscenze geologiche e idrogeologiche relative all'area del SIN e per quanto riguarda le portate delle acque emunte si fa riferimento al modello di deflusso della falda. Le profondità di ciascun pozzo, così come il posizionamento dei tratti filtranti, saranno determinati in corso d'opera in funzione della successione stratigrafica rinvenuta nel corso delle perforazioni.

Perforazione

Per ciascun pozzo, l'attività di perforazione si articolerà nelle seguenti fasi:

- Predisposizione della postazione;
- Posizionamento dell'attrezzatura di perforazione;
- Approntamento della vasca di raccolta dei materiali di risulta della perforazione;
- Perforazione.

Il pozzo potrà essere realizzato con **metodo a rotazione a circolazione inversa, con metodo a percussione, con metodo a rotopercussione o qualsiasi altro metodo idoneo compatibile con l'area di intervento.**

La tecnica di perforazione dovrà comunque essere approvata dalla Direzione lavori.

Durante la realizzazione del pozzo potranno essere utilizzati rivestimenti provvisori per sostenere le pareti del foro. I materiali di risulta derivanti dallo scavo del pozzo saranno temporaneamente stoccati in vasche di raccolta (cassoni scarrabili) e successivamente inviati all'area di caratterizzazione dei materiali di risulta. Qui i materiali saranno caratterizzati al fine di individuare la corretta categoria di impianto cui conferire i materiali stessi. La caratterizzazione chimica sarà eseguita ai sensi del Decreto 27 settembre 2010 (Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica).

Posa delle tubazioni

Raggiunta la profondità di progetto o quella in cui sono presenti i livelli impermeabili, si procederà alla posa delle tubazioni definitive, cieche e filtranti.

Per i tutti i pozzi saranno utilizzate delle tubazioni in PP con innesti a bicchiere aventi le seguenti caratteristiche minime:

- Diametro esterno: 250 mm;
- Classe di spessore: 8,5 mm;

- classe di rigidità SN minima: 8 kN/m².

Le giunzioni tra i vari spezzoni di tubo verranno realizzate mediante collari o manicotti da saldare.

Le tubazioni finestate microfessurate saranno costituite da un filtro tipo Johnson, con un'apertura delle fessure dell'ordine di 3 mm, e comunque compatibile con le caratteristiche finali del ghiaietto di prefiltro utilizzato. La superficie delle aperture non dovrà essere inferiore al 18% della superficie laterale interna della tubazione.

Posa del dreno

Per quanto riguarda il dreno, si utilizzerà un ghiaietto costituito da grani arrotondati silicei presenti in percentuale non inferiore al 90-95%. La messa in opera del dreno avverrà mediante immissione direttamente dalla bocca pozzo, alternando l'estrazione della tubazione di rivestimento al pistonaggio per consentire l'assestamento del dreno. Le tubazioni di sostegno durante la posa del dreno verranno estratte avendo cura che il dreno sia sempre qualche metro al di sopra della scarpa del rivestimento stesso. Il dreno dovrà risalire al di sopra del tratto fenestrato per uno spessore non inferiore a 0,5 metri.

Per prevenire l'intasamento del dreno a opera della soprastante cementazione, sarà posato in opera uno strato di separazione dello spessore di 0,5 m costituito da bentonite.

Cementazione

Il completamento del pozzo avverrà con la cementazione la quale dovrà:

- proteggere l'acquifero captato dalle di copertura al fine di evitare infiltrazioni di acque superficiali;
- proteggere la tubazione cieca dallo schiacciamento e rigonfiamento del terreno.

La miscela da iniettare sarà composta da cemento più accelerante (cemento 32.5R), bentonite ed acqua, in rapporto tale da creare miscela a una densità tale da non compromettere lo schiacciamento delle tubazioni. Il rapporto tra bentonite – cemento – acqua sarà pari a 10 kg – 35 kg – 100 kg. La presenza della bentonite nella miscela permette di eliminare un eccessivo ritiro della boiaccia cementizia riducendone la densità. La cementazione avverrà tramite tubazione di iniezione calata nell'intercapedine fino alla profondità di getto e verrà portata a termine in un'unica fase, per evitare la formazione di superfici di discontinuità. Eseguita la cementazione, i lavori riprenderanno dopo un tempo sufficiente al completamento del processo di presa.

Sviluppo del pozzo

Le operazioni di sviluppo del pozzo dovranno essere eseguite entro 24 ore dalla fine della perforazione e dalla messa in opera del ghiaietto di prefiltro.

Lo sviluppo potrà essere eseguito mediante pistonaggio e dovrà essere eseguito prima della messa in opera della cementazione del tratto al di sopra del dreno in ghiaietto.

L'altezza del dreno dovrà essere eventualmente integrata dopo l'esecuzione del pistonaggio o spurgo nel caso in cui si verificano abbassamenti del livello.

Le operazioni di pistonaggio dovranno essere eseguite in presenza di rivestimento provvisorio del tratto superiore del foro, immerso per almeno 1.5 m al di sotto del livello superiore del ghiaietto di prefiltro.

Tali operazioni hanno lo scopo di facilitare l'assestamento del ghiaietto e di creare un moto alternato dell'acqua attraverso i filtri e di richiamare le frazioni fini del terreno all'interno della tubazione con conseguente asportazione prima dell'inizio delle fasi di emungimento.

Nel caso del pistonaggio, il pistone è formato da un cilindro fornito di guarnizioni in gomma con diametro leggermente più piccolo di quello interno della tubazione di rivestimento definitiva. Esso è collegato a delle aste pesanti e quindi alla fune dell'organo dell'attrezzatura di perforazione.

Si calerà il pistone a qualche metro sopra i filtri e si trasmetterà a questo un movimento alternativo a stantuffo, con una corsa di qualche metro. Si ripeterà l'operazione a quote più basse sino all'estremità inferiore dei filtri, alternandola a fasi di pulizia del tratto cieco del foro dai materiali depositatisi durante il pistonaggio; qualora necessario, si dovrà anche provvedere al rabbocco del ghiaietto di filtro, eventualmente sceso, per mantenere sempre un franco di 1.5 m rispetto alla scarpa del rivestimento provvisorio.

Il pistonaggio sarà interrotto quando non produrrà più l'ingresso di sabbie nel rivestimento.

Spurgo del Pozzo

Terminate le operazioni di messa in opera del filtro e relativo pistonaggio si effettuerà lo spurgo del pozzo, che potrà avvenire ad aria compressa.

Si impiega un compressore che alimenta un tubo dell'eiettore da 3"- 4" tramite un tubo di adduzione dell'aria da 1.5".

Il tubo dell'eiettore sarà posto in una prima fase al fondo del rivestimento definitivo (a circa 50 cm dal fondo foro) e la bocca del pozzo sarà chiusa con un coperchio provvisorio. Si inizierà l'operazione immettendo aria compressa attraverso il tubo di adduzione, ottenendo così un pompaggio con fuoriuscita di una miscela acqua + aria dall'eiettore. Quando l'acqua uscirà pulita si interromperà l'operazione, lasciando risalire l'acqua al suo livello statico.

In una seconda fase si solleverà l'eiettore sino a 50 cm al di sopra del tratto filtrante, quindi dalla testata si invierà aria in pressione sino ad abbassare il livello della quota della falda al di sotto del piede dell'eiettore; in queste condizioni si avrà una fuoriuscita di sola aria dal tubo. Si potrà, quindi, interrompere questa seconda fase.

Si ripeteranno, poi, le due fasi per tre o quattro volte.

Si calerà, quindi, provvisoriamente, un'elettropompa sommersa al fondo del pozzo, completando lo spurgo fino ad ottenere la chiarificazione, pompando per almeno due ore.

Durante tutte queste fasi, il rivestimento provvisorio della perforazione dovrà essere ancora in opera per tutta la lunghezza che compete al tappo di sigillatura della sommità.

Anche in questo caso, se necessario, si dovrà provvedere al rabbocco del ghiaietto di filtro, eventualmente abbassatosi di livello.

Caratteristiche pompa sommersa

Le caratteristiche delle apparecchiature dovranno essere adeguate a quanto indicato nella seguenti tabelle e verificato nel progetto esecutivo.

pozzi di emungimento/captazione acqua di falda

Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MSPT A1 (n.15 pozzi - interasse 30 - profondità 30 m - portata complessiva 14,36 l/s)															MSPT A3				MSPT A2																								
Caratteristiche condotta di mandata	Portata da emungere	Q	[l/s]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,43	0,90	0,90	0,90	0,90																								
			[m³/h]	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	1,55	3,25	3,25	3,25	3,25																							
			[m³/d]	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	82,7	37,2	78,0	78,0	78,0	78,0																							
			[mm]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																						
Scabrezza assoluta (Pead PE100TS PFA 12,5)	percorso (da)	Pa.n	Pa.1	Pa.2	Pa.3	Pa.4	Pa.5	Pa.6	Pa.7	Pa.8	Pa.9	Pa.10	Pa.11	Pa.12	Pa.13	Pa.14	Pa.15	Pa.16	Pa.17	Pa.18	Pa.19	Pa.20																									
																							Sa 1										Sa 2					Sa 3					Sa 4				
Lunghezza condotta	Lp	[m]	77,30	47,30	17,30	14,70	44,60	69,10	38,80	9,00	21,00	50,75	63,62	32,47	2,47	27,53	57,53	104,05	72,84	42,84	12,84	17,02																									
			Diametro esterno (nominale)	De	[mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																							
						Diametro interno (di calcolo)	Di	[mm]	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	21,0	34,0	34,0	34,0																					
									Velocità in condotta	V	[m/s]	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,054	1,243	0,994	0,994	0,994	0,994																	
Cadente (Darcy)	j	[m/m]	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040				0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,100	0,036	0,036	0,036	0,036																							
			Calcolo lunghezza tubazione equivalente per	DN	[mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	25	40	40	40	40																						
145°	[m]	0,6				0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6																							
		190°				[m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,6	1,2	1,2	1,2	1,2																					
							1sar	[m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
1rit	[m]	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7			2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	1,5	2,7	2,7	2,7	2,7																								
		1tot	[m]	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6	6,3	6,3	6,3	6,3																								
Jl	[m]			0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,597	0,229	0,229	0,229	0,229																								
		Jp	[m]	3,119	1,908	0,698	0,593	1,800	2,788	1,566	0,363	0,847	2,048	2,567	1,310	0,100	1,111	2,321	104,000	2,643	1,554	0,466	0,617																								
J	[m]			3,373	2,163	0,962	0,842	2,054	3,042	1,820	0,617	1,102	2,302	1,861	0,354	1,365	2,575	104,597	2,781	1,783	0,694	0,846																									
		Calcolo potenza elettropompa sommersa	- quota p.c. pozzo	[m s.l.m.]	8,90	8,45	7,90	7,70	7,45	7,05	6,65	6,10	5,75	5,55	5,30	5,05	4,85	4,75	4,65	4,50	2,80	2,60	2,45	2,25																							
hl	[m s.l.m.]				0,52	0,31	0,16	0,06	0,00	0,00	-0,04	-0,04	-0,05	-0,07	-0,08	-0,09	-0,11	-0,12	-0,16	2,65	-0,19	-0,19	-0,19	-0,19																							
					- quota p.c. stazione sollevamento	[m s.l.m.]	7,85										6,00					4,85					2,35																				
							- livello finale (sbocco stazione sollevamento)	[m s.l.m.]	6,75										4,90					3,75					1,25																		
Prevalenza totale, di cui:	H	[m]	9,60	8,60	7,54	7,54			8,80	7,94	6,76	5,56	6,05	7,27	6,65	5,40	4,21	5,23	6,49	103,20	4,31	3,22	2,13	2,29																							
			Hg	[m]	6,23	6,44	6,59	6,69	6,75	4,90	4,94	4,94	4,95	4,97	3,83	3,84	3,86	3,87	3,91	1,40	1,44	1,44	1,44	1,44																							
					Hj	[m]	3,37	2,16	0,95	0,85	2,05	3,04	1,82	0,62	1,10	2,30	2,82	1,56	0,35	1,36	2,58	104,60	2,87	1,78	0,69	0,85																					
							η	[m]	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9																			
Potenza pompa	kW	[kW]	0,10	0,09	0,08	0,08			0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07	0,06	0,04	0,05	0,07	0,48	0,04	0,03	0,02	0,02																							

Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MSPT A2 (n.19 pozzi - interasse 30 - profondità 30 m - portata complessiva 17,15 l/s)															MSPT A3 (n.5 pozzi - int. 30 m - prof. 25 m - Qtot=2,15 l/s)																						
Caratteristiche condotta di mandata	Portata da emungere	Q	[l/s]	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,43	0,43	0,43	0,43																				
			[m³/h]	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	1,55	1,55	1,55	1,55																			
			[m³/d]	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	37,2	37,2	37,2	37,2																			
			[mm]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																		
Scabrezza assoluta (Pead PE100TS PFA 12,5)	percorso (da)	Pa.n	Pa.1	Pa.2	Pa.3	Pa.4	Pa.5	Pa.6	Pa.7	Pa.8	Pa.9	Pa.10	Pa.11	Pa.12	Pa.13	Pa.14	Pa.15	Pa.16	Pa.17	Pa.18	Pa.19																				
																						Sa 5					Sa 6					Sa 7					Sa 8				
Lunghezza condotta	Lp	[m]	95,87	65,87	34,87	4,97	24,98	65,17	35,17	5,17	24,83	54,83	90,00	60,00	30,00	23,60	6,40	157,07	127,07	97,07	67,07																				
			Diametro esterno (nominale)	De	[mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	25	25	25	25																		
						Diametro interno (di calcolo)	Di	[mm]	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	21,0	21,0	21,0	21,0																
									Velocità in condotta	V	[m/s]	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	1,243	1,243	1,243	1,243													
Cadente (Darcy)	j	[m/m]	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036				0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036	0,100	0,100	0,100	0,100																		
			Calcolo lunghezza tubazione equivalente per	DN	[mm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	25	25	25	25																		
145°	[m]	0,6				0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3																			
		190°				[m]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,6	0,6	0,6	0,6																	
							1sar	[m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
1rit	[m]	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7			2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	1,5	1,5	1,5	1,5																				
		1tot	[m]	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6	6	6	6																				
Jl	[m]			0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,597	0,597	0,597	0,597																				
		Jp	[m]	3,478	2,390	1,265	0,180	0,906	2,364	1,276	0,188	0,901	1,989	3,265	2,177	1,088	0,856	0,232	15,633	12,647	9,661	6,675																			
J	[m]			3,707	2,618	1,494	0,409	1,135	2,593	1,505	0,416	1,129	2,218	3,494	2,405	1,317	1,085	0,461	16,230	13,244	10,258	7,272																			
		Calcolo potenza elettropompa sommersa	- quota p.c. pozzo	[m s.l.m.]	2,20	2,25	2,20	2,40	2,75	2,80	2,90	3,10	3,20	3,25	3,20	3,30	3,90	3,90	2,50	2,75	3,80	4,30																			
hl	[m s.l.m.]				-0,19	-0,18	-0,16	-0,15	-0,13	-0,12	-0,10	-0,09	-0,07	-0,05	-0,04	-0,03	-0,01	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00																		
					- quota p.c. stazione sollevamento	[m s.l.m.]	2,4										3,05					4,70																			
							- livello finale (sbocco stazione sollevamento)	[m s.l.m.]	1,30										1,95					2,80																	
Prevalenza totale, di cui:	H	[m]	5,20	4,10	2,95	1,86			2,56	4,66	3,55	2,46	3,15	4,22	6,33	5,24	4,13	3,88	3,26	18,83	15,84	12,86	9,87																		
			Hg	[m]	1,49	1,48	1,46	1,45	1,43	2,07	2,05	2,04	2,02	2,00	2,84	2,83	2,81	2,80	2,80	2,60	2,60	2,60	2,60																		
					Hj	[m]	3,71	2,62	1,49	0,41	1,13	2,59	1,50	0,42	1,13	2,22	3,49	2,41	1,32	1,08	0,46	16,23	13,24	10,26	7,27																
							η	[m]	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9														
Potenza pompa	kW	[kW]	0,05	0,04	0,03	0,02			0,03	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,09	0,07	0,06	0,05																		

Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MSPT B (n.24 pozzi - interasse 25-35 m - profondità massima 30 m - portata complessiva Q _{tot} =8,81 l/s)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Caratteristiche condotta di mandata	Portata da emungere	Q	[l/s]	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			[m³/h]	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			[m³/d]	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
			[mm]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Calcolo delle perdite di cariche in condotta	Scabrezza assoluta (Pead PE100TS PFA 12,5)	ε	[mm]	Pb1				Pb2				Pb5				Pb6				Pb9				Pb10				Pb11				Pb12				Pb13				Pb14				Pb15				Pb16				Pb17				Pb18				Pb19				Pb20				Pb21				Pb22				Pb23				Pb24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				Sb 1				Sb 2				Sb 3				Sb 4				Sb 5				Sb 6				Sb 7				Sb 8				Sb 9				Sb 10				Sb 11				Sb 12				Sb 13				Sb 14				Sb 15				Sb 16				Sb 17				Sb 18				Sb 19				Sb 20				Sb 21				Sb 22				Sb 23				Sb 24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.				Sa n.			

Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MISPT D1 (n.7 pozzi-interasse 50 m-profondità 15 m-portata complessiva 3,57-2,55 l/s)								MISPT D2 (n.4 pozzi-interasse 50 m-profondità 15 m-portata complessiva 2,48 l/s)				MISPT D3
Caratteristiche condotta di mandata	Portata da emungere	Q	[l/s]	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,62	0,62	0,62	0,62	0,57
			[m³/h]	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	2,23	2,23	2,23	2,23	2,05
			[m³/d]	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	44,1	53,6	53,6	53,6	53,6	49,2
			[mm]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Caratteristiche condotta di mandata	Scabrezza assoluta (Pead PE100TS PFA 12,5)	e	[mm]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Caratteristiche condotta di mandata	percorso (da)	Pa n.	[m]	Pd1	Pd2	Pd3	Pd4	Pd5	Pd6	Pd7	Pd8	Pd9	Pd10	Pd11	Pd12	
				Pd1	Pd2	Pd3	Pd4	Pd5	Pd6	Pd7	Pd8	Pd9	Pd10	Pd11	Pd12	
				Pd1	Pd2	Pd3	Pd4	Pd5	Pd6	Pd7	Pd8	Pd9	Pd10	Pd11	Pd12	
				Pd1	Pd2	Pd3	Pd4	Pd5	Pd6	Pd7	Pd8	Pd9	Pd10	Pd11	Pd12	
Caratteristiche condotta di mandata	percorso (a)	Sa n.	[m]	Sd 1	Sd 2	Sd 3	Sd 4	Sd 5	Sd 6	Sd 7	Sd 8	Sd 9	Sd 10	Sd 11	Sd 12	
				Sd 1	Sd 2	Sd 3	Sd 4	Sd 5	Sd 6	Sd 7	Sd 8	Sd 9	Sd 10	Sd 11	Sd 12	
				Sd 1	Sd 2	Sd 3	Sd 4	Sd 5	Sd 6	Sd 7	Sd 8	Sd 9	Sd 10	Sd 11	Sd 12	
				Sd 1	Sd 2	Sd 3	Sd 4	Sd 5	Sd 6	Sd 7	Sd 8	Sd 9	Sd 10	Sd 11	Sd 12	
Caratteristiche condotta di mandata	Lunghezza condotta	Lp	[m]	125,00	75,00	25,00	25,00	75,00	125,00	175,00	50,00	100,00	145,00	210,00	1195,00	
				125,00	75,00	25,00	25,00	75,00	125,00	175,00	50,00	100,00	145,00	210,00	1195,00	
				125,00	75,00	25,00	25,00	75,00	125,00	175,00	50,00	100,00	145,00	210,00	1195,00	
				125,00	75,00	25,00	25,00	75,00	125,00	175,00	50,00	100,00	145,00	210,00	1195,00	
Caratteristiche condotta di mandata	Diametro esterno (nominale)	De	[mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
Caratteristiche condotta di mandata	Diametro interno (di calcolo)	Di	[mm]	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	32,6
				26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	32,6
				26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	32,6
				26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	32,6
Caratteristiche condotta di mandata	Velocità in condotta	V	[m/s]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	0,68
				0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	0,68
				0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	0,68
				0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	0,68
Calcolo delle perdite di carico in condotta	Cadente (Darcy)	j	[m/m]	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,019
				0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,019
				0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,019
				0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,048	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,019
Calcolo delle perdite di carico in condotta	Calcolo lunghezza tubazione equivalente per DN	DN	[mm]	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
				32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	40
Calcolo delle perdite di carico in condotta	- lunghezza equivalente per curva a 45°	l 45°	[m]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
				0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
				0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
				0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Calcolo delle perdite di carico in condotta	- lunghezza equivalente per curva a 90°	l 90°	[m]	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
				0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
				0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
				0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Calcolo delle perdite di carico in condotta	- lunghezza equivalente per saracinesca	l sar	[m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calcolo delle perdite di carico in condotta	- lunghezza equivalente per valvola di ritegno	l rit	[m]	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
				2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
				2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
				2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Calcolo delle perdite di carico in condotta	- totale lunghezza equivalente totale *	l tot	[m]	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
				4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
				4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
				4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Calcolo delle perdite di carico in condotta	Perdite di carico localizzate	Jl	[m]	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,306	0,306	0,306	0,306	0,087
				0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,306	0,306	0,306	0,306	0,087
				0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,306	0,306	0,306	0,306	0,087
				0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,306	0,306	0,306	0,306	0,087
Calcolo delle perdite di carico in condotta	Perdite di carico distribuite	Jp	[m]	5,958	3,575	1,192	1,192	3,575	5,958	8,341	3,397	6,793	9,850	14,266	23,193	
				5,958	3,575	1,192	1,192	3,575	5,958	8,341	3,397	6,793	9,850	14,266	23,193	
				5,958	3,575	1,192	1,192	3,575	5,958	8,341	3,397	6,793	9,850	14,266	23,193	
				5,958	3,575	1,192	1,192	3,575	5,958	8,341	3,397	6,793	9,850	14,266	23,193	
Calcolo delle perdite di carico in condotta	Perdite di carico totali	J	[m]	6,173	3,789	1,406	1,406	3,789	6,173	8,556	3,702	7,099	10,156	14,571	23,281	
				6,173	3,789	1,406	1,406	3,789	6,173	8,556	3,702	7,099	10,156	14,571	23,281	
				6,173	3,789	1,406	1,406	3,789	6,173	8,556	3,702	7,099	10,156	14,571	23,281	
				6,173	3,789	1,406	1,406	3,789	6,173	8,556	3,702	7,099	10,156	14,571	23,281	
Calcolo potenza elettropompa sommersa	- quota p.c. pozzo	h ₁	[m s.l.m.]	3,9	4	4,2	4,1	4	4	3,8	4	4,2	4,4	4,4	3,6	
				3,9	4	4,2	4,1	4	4	3,8	4	4,2	4,4	4,4	3,6	
				3,9	4	4,2	4,1	4	4	3,8	4	4,2	4,4	4,4	3,6	
				3,9	4	4,2	4,1	4	4	3,8	4	4,2	4,4	4,4	3,6	

L'elettropompa aventi le potenze indicate nell precedenti tabelle avrà le seguenti caratteristiche:

- motore ad induzione a 2 poli, 50 Hz (n = 2900 1/min), - motore trifase 230 V - 400 V;
- quadro di comando in cassa metallica protetta IP 54 con dispositivi di protezione e controllo di livello;
- cavo elettrico per alimentazione motore tipo "H07RN-F" con isolamento in gomma e guaina
- in Policloroprene sezione 4x 1.5mm², per sonde di livello sezione 3x1.5 mm²;
- guaina per varo sonde in Polietilene strutturato diametro interno mm 34;
- tronchetto sacrificale zincato lunghezza mm 500;
- raccordi di giunzione al tubo Polietilene in ghisa malleabile zincata con ghiera antisfilamento;
- tubazione di mandata in Polietilene AD PN 10 con marchio conforme alle norme UNI diametro mm 40;
- treccia di sospensione in Polipropilene;
- complesso di erogazione con staffa di sostegno;
- valvola unidirezionale a ogiva;
- curva di mandata con manometro;
- valvola parzializzatrice di portata con dispositivo anti "chiusura totale";
- raccorderia di collegamento.

Le mandate di collegamento alla pompa saranno dotate di tubi di acciaio zincato flangiate e ancorate alla superficie da una staffa di sostegno zincata posizionata sul tubo cieco di rivestimento del pozzo; la pompa sarà inoltre assicurata da un cavo in acciaio di spessore adeguato per sostenere la mandata e la pompa in caso di distacco delle mandate.

Per quanto riguarda il controllo delle portate si provvederà ad installare un contatore Woltman o nel caso un contaltri elettronico digitale.

Cameretta di avampozzo

La cameretta sarà costituita da un contenitore cilindrico in acciaio (diametro minimo 1,5 m, altezza 1,5 m) dotato di foro per le tubazioni di mandata, e sarà posata su una soletta in cls, di dimensioni minime 2 x 2 m e altezza non inferiore a 10 cm, da realizzare in opera intorno alla testa del pozzo. Ogni cameretta sarà dotata di targhetta metallica riportante le caratteristiche identificative del pozzo.

Per quanto riguarda i pozzi da realizzare nel corpo rifiuti la testa pozzo emergente a contatto con il telo in HDPE sarà sigillato con pellets bentonitico.

Art. 27. Specifiche tecniche sistema di rimozione surnatante

Il sistema di recupero per il prodotto surnatante da installare sarà costituito in maniera indicativa ma non esaustiva dal sistema di recupero attivo del LNAPL.

Il sistema di recupero attivo del LNAPL da collocare sarà costituito da Skimmer attivi a gravità in grado di rimuove fino a 1-2 cm di prodotto, da associare a n. 2 pompe pneumatiche, n. 1 filtro regolatore per aria completo di manometro 0 – 10 bar, n. 1 compressore e n. 1 serbatoio di accumulo del prodotto surnatante munito di livello stato e la relativa raccorderia.

Lo skimmer attivo a gravità del diametro esterno indicato nel progetto esecutivo, dovrà essere munito di galleggiante calibrato per posizionarsi sull'interfaccia acqua – olio e garantire una escursione di falda indicata nel progetto esecutivo.

L'unità pompante, preposta a mandare il prodotto in superficie, dovrà essere costituita da una pompa pneumatica con corpo in acciaio e raccorderia in ottone, in grado di estrarre la quantità di prodotto indicata nel progetto esecutivo durante ogni ciclo e munita di valvola di non ritorno. Tale tipologia di pompa non necessita di centralina di controllo esterna e dovrà consentire l'impostazione dei tempi di ciclo tramite una vite in testa pompa.

Il serbatoio di accumulo dovrà essere munito di livellostato pneumatico di "troppo pieno" per l'eventuale blocco automatico del sistema.

Il serbatoio di accumulo prodotto, della capacità indicata nel progetto esecutivo; dovrà essere in polietilene lineare atossico ad alta densità, resistente agli urti e agli agenti chimici, resistenti agli sbalzi di temperatura ($-40^{\circ}\text{C} + 60^{\circ}\text{C}$), avente alta resistenza fotometrica ai raggi UV e struttura monolitica priva di punti critici.

L'area di collocazione del sistema di recupero prodotto dovrà essere opportunamente recintata con rete metallica romboidale e munita di opportuna cartellonistica.

Durante le attività di rimozione del surnatante presente in falda, sarà effettuata un'investigazione di dettaglio tesa alla stima effettiva del prodotto libero da rimuovere durante l'intervento di messa in sicurezza permanente.

Art. 28. Gestione provvisoria degli impianti di emungimento e Bonifica

Di seguito sono riportate le principali procedure che l'Impresa dovrà seguire durante il periodo di 6 mesi di gestione provvisoria dell'impianto di emungimento e bonifica.

L'impresa dovrà, prima dell'inizio della gestione provvisoria di 6 mesi, redigere un programma di gestione e manutenzione tecnica, che sarà sottoposto alla verifica e validazione della D.L..

Durante la fase di gestione provvisoria dovranno essere garantite tutte quelle attività e interventi principali al fine di mantenere i macchinari ed i sistemi in buono stato ed in perfetta operatività, inclusi gli organi di sicurezza e di prevenzione degli incidenti.

Quanto di seguito riportato è indicativo e relativo alle apparecchiature proposte col presente progetto. Per le indicazioni di dettaglio delle operazioni di gestione e manutenzione di tutte le apparecchiature e dispositivi previsti dal progetto, nonché per le tempistiche di ogni attività manutentiva, si dovrà fare comunque riferimento alle specifiche, alle schede tecniche ed ai libretti di uso e manutenzione rilasciati da ogni singolo costruttore.

Controlli giornalieri:

Le variazioni di torbidità, colore, sabbia dell'acqua devono essere registrate giornalmente. Registrando tali osservazioni, le variazioni che esulano dalle normali operazioni, possono essere dovute a sorgenti esterne come le piogge, gli allagamenti, e quindi problemi che sorgessero in futuro possono essere identificati rapidamente. Controlli di portata e pressione possono rivelare le tendenze e le condizioni del sistema nel tempo: variazioni diluite nel tempo possono indicare un logoramento normale della pompa, formazione di incrostazioni oppure un aumento dell'attrito lungo la tubazione di scarico.

Controlli mensili:

Importanti sono i controlli mensili della portata e dei consumi energetici; questi controlli posti in forma tabulare potranno dare indicazioni sull'aumento della potenza richiesta per produrre un volume unitario d'acqua. L'Impresa dovrà conservare tali registrazioni per un lungo periodo di tempo in modo da poter riconoscere e valutare le condizioni cicliche di un acquifero.

L'Impresa inoltre dovrà mensilmente controllare:

- i livelli dinamici
- relative portate
- livelli statici
- abbassamenti

L'inefficienza dei pozzi avviene sempre in corrispondenza dei filtri o perché essi subiscono un intasamento, oppure una corrosione od anche una incrostazione.

Pulizia del pozzo

In caso di malfunzionamento rilevato a seguito dei controlli suddetti e se riscontrata la necessità di pulizia del pozzo l'Impresa dovrà estrarre l'elettropompa di funzionamento e procedere con un'indagine televisiva per ottenere informazioni specifiche concernenti le condizioni del pozzo.

L'indagine televisiva potrà localizzare con precisione dove la tubazione presenta problemi, come l'intasamento dei filtri o loro rottura.

Quando i filtri sono molto incrostati, la telecamera può aiutare a prelevare un campione di tali incrostazioni; unitamente alla telecamera si discende uno speciale contenitore a lama con il quale si può grattare una parte del materiale incrostato, quindi si può analizzare questo campione ed i risultati possono poi servire per scegliere il trattamento più appropriato.

Il trattamento da eseguire dovrà essere definito e concordato con la Direzione Lavori e scelto tra i vari interventi possibili di tipo meccanico:

- pompaggio;
- pistonaggio;
- lavaggio ad ugelli;
- aria compressa.

Elettropompe sommerse

Gli interventi di manutenzione straordinaria da effettuare, qualora necessari, consisteranno nella esecuzione di tutte le prestazioni d'opera e le forniture che l'Impresa dovrà eseguire, per come di seguito elencati:

- Sostituzione di apparecchiature non funzionanti all'interno dei quadri di telecomando quali teleruttori, relè termici, sezionatori, magnetotermici, differenziali, morsetti, capicorda, trasformatori, spie, strumenti di misurazione, portafusibili, componenti strutturali del quadro, ed ogni altro componente costituente il quadro che necessita della sostituzione per il buon funzionamento dell'impianto;
- Sostituzione di cavi elettrici costituenti l'impianto elettrico delle stazioni di sollevamento di qualunque tipo e sezione sia interrati che fascettati aerei, compresa eventuale sostituzione dei cavidotti che li dovranno contenere, le giunzioni ed ogni altro onere e magistero;
- Sostituzione di interruttori galleggianti o a sensore elettronico compresi cavi occorrenti ed ogni altro accessorio di consenso elettropompe;
- Sostituzione di chiusini o botole ammalorate o che non garantiscono la sicurezza della chiusura di vani, pozzetti ecc. dello stesso tipo e caratteristiche di quelle preesistenti;
- Sostituzione di saracinesche, manicotti, valvole di ritegno, di qualunque tipo, forma e dimensione con apparecchiature dello stesso tipo compresi gli eventuali scavi occorrenti, i pezzi speciali, la bulloneria, le guarnizioni ed ogni altro onere e magistero per dare l'impianto a perfetta tenuta e funzionante;
- Intervento di riparazione delle elettropompe, comprensivo di smontaggio, pulitura dei filtri o giranti di aspirazione con l'asportazione di ogni materiale che occlude la normale aspirazione, prova di funzionamento a secco delle elettropompe, ricollocazione con prova finale di funzionamento compresi i collegamenti elettrici ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa funzionante e a perfetta regola d'arte. Nell'ipotesi che l'elettropompa necessiti di interventi in officina è compensato, altresì, l'onere dell'istallazione di elettropompa sostitutiva da parte dell'Impresa per il funzionamento temporaneo della stazione di sollevamento, fino a quando non sarà eseguita la riparazione in officina;
- Intervento di riparazione elettropompa sommersa di qualunque marca e tipo comprensivo di:
 - Smontaggio dalla sede di alloggiamento e trasporto con autocarro o altro mezzo idoneo in officina;
 - Rifacimento avvolgimento statore;
 - Sostituzione cuscinetti superiore ed inferiore
 - Rifacimento tenuta meccanica superiore ed inferiore;
 - Sostituzione guarnizioni;
 - Olio occorrente;
 - Pulitura interna ed esterna ed ogni altro accorgimento elettromeccanico;

- Revisione generale, prova e collaudo;
 - Trasporto e rimontaggio nella sede dell'alloggiamento.
- Interventi di manutenzione ordinaria eseguiti al di fuori delle cadenze stabilite contrattualmente.

CAPO VIII. VIABILITÀ E PIAZZALI

Art. 29. Piazzali aree di cantiere

Nelle zone dove verrà installato il cantiere suddiviso nelle seguenti aree:

- Area logistica;
- Officina e magazzino ricambi e parcheggio mezzi d'opera;
- Area deposito materiali;
- Area stoccaggio e caratterizzazione;
- Viabilità di servizio.

A tal fine si dovranno realizzare le seguenti opere:

- Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici per la messa a quota;
- Fornitura e posa in opera dello strato di fondazione in misto granulare stabilizzato con legante naturale, per uno spessore di 25 cm, compresa l'eventuale fornitura dei materiali di apporto o la vagliatura per raggiungere la idonea granulometria, acqua, prove di laboratorio, lavorazione e costipamento dello strato con idonee macchine, compresa ogni fornitura, lavorazione ed onere per dare il lavoro compiuto secondo le modalità prescritte nelle Norme Tecniche, misurata in opera dopo costipamento;

e per le aree "officina e magazzini" e per le strade servizio saranno realizzate le seguenti ulteriori prestazioni;

- Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) per uno spessore di 7 cm,
- Fornitura e posa in opera di Conglomerato bituminoso per strato di usura (tappetino), per uno spessore minimo di 3 cm.

Art. 30. Recinzioni e segnaletica di Sicurezza

A protezione dell'area di cantiere, per impedire l'accesso a estranei e suddividere le vari aree di lavorazione, è prevista la realizzazione di circa 2 m di altezza con rete zincata dello spessore di mm 2, a maglia romboidale di cm 5, sostenuta da paletti in ferro zincato a T della sezione di mm 30 x 20 x 3, controventati con paletti in ferro zincato della stessa sezione, posti ad interasse non superiore a ml 2,00 compreso il cordolo in calcestruzzo della sezione di cm 25 x 50, lo scavo, lo spianamento del fondo con calcestruzzo magro e n°3 ferri longitudinali per il sostegno e il fissaggio della rete.

La recinzione sarà realizzata in grigliato elettrosaldato di acciaio UNI EN 10025 S235JR, maglia minima mm. 62x132. Montanti realizzati in piatto minimo mm 60x7 a murare o tassellare, bulloni in acciaio Inox (antifurto). Zincatura a caldo a norma UNI EN ISO 1461.

Art. 31. Cancelli di accesso

L'accesso e l'uscita dall'area di cantiere verrà consentita da due cancelli di ingresso. Ogni cancello sarà realizzato in acciaio tubolare profilato con profilati normali in ferro tondo, piatto, quadro od angolare con impiego di lamiera per ringhiere, inferiate, cancellate, griglie, ecc. con eventuali intelaiature fisse o mobili con spartiti geometrici semplici, cardini, paletti, serrature, compassi, guide ed ogni altra ferramenta di fissaggio, apertura e chiusura, con fori, piastre, bulloni, elettrodi, ecc. dati in opera bullonati o saldati, compresa una mano di vernice antiruggine e opere murarie.

Si dispone, inoltre, che ciascun cancello venga corredato di serratura con 3 copie di chiavi per l'accesso.

In particolare, i cancelli di ingresso di entrambe le discariche dovranno essere a due ante di larghezza variabile a seconda dell'ubicazione e dell'altezza di circa 2,00 m.

CAPO IX. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI

Il calcestruzzo è un materiale composito che si ottiene per miscelazione di cemento, aggregati ed acqua e per successivo indurimento della pasta cementizia. Oltre a questi componenti il calcestruzzo può contenere additivi ed aggiunte.

Le seguenti norme tecniche riguardano esclusivamente il calcestruzzo normale così come definito al punto 3.6 della norma UNI EN 206-1:2006.

Art. 32. Materiali costituenti e loro qualificazione

Cemento

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

I cementi utilizzati dovranno soddisfare ai requisiti previsti dalla L. 595/65 ed elencati nella Norma UNI ENV 197-1:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.) o da altri organismi autorizzati ai sensi dello stesso D.M. 12/07/93.

Aggregati

Gli aggregati sono componenti del calcestruzzo costituiti da elementi lapidei integri o frantumati, naturali o artificiali, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo.

Gli aggregati, in relazione alla categoria di impiego prevista dovranno possedere le caratteristiche fondamentali indicate nel prospetto 1 della norma UNI 8520-97 parte 2a.

La scelta della categoria (Tabella 8.1) è legata alla classe di resistenza (Tabella 8.2) ed alla classe di esposizione della struttura (Tabella 8.3) cui è destinato il calcestruzzo.

Categoria	Classi di resistenza	Classi di esposizione
A	tutte	XC3, XD, XS, XF, XA
B	tutte	X0, XC1, XC2
C	C8/10, C12/15	

Tabella 8.1

Inoltre, se indicato negli elaborati di progetto, potrà essere richiesto il soddisfacimento di più caratteristiche aggiuntive elencate nel prospetto 2 della Norma UNI 8520-97 parte 2a.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla valutazione del rischio da "vizio occulto" di reazione alcali-aggregato a fronte del quale, fatto salvo l'esito positivo delle prove previste dalla norma UNI 8520 (parti 4 e 22), si potranno adottare ulteriori misure preventive quali ad esempio:

- la scelta di cementi a basso contenuto di alcali (UNI EN 196/21);

- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte.

Durante la lavorazione la Direzione Lavori verificherà la continuità della corrispondenza delle caratteristiche del materiale ai valori ottenuti nella fase di qualifica. Qualora si verificano discrepanze significative, la Direzione Lavori potrà rifiutare il materiale lapideo.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione dovrà essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Acqua

L'acqua d'impasto dovrà rispettare le prescrizioni della norma UNI-EN 1008.

Additivi

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità in massa rispetto al cemento, inducono le richieste modifiche delle proprietà del calcestruzzo.

Gli additivi dovranno rispettare le prescrizioni delle Norme UNI 7101÷7120 ed UNI EN 934/2, non dovranno contenere sostanze dannose in quantità tali da pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione delle armature.

L'impiego di additivi è consentito previa la verifica del loro dosaggio e delle prestazioni delle miscele, allo stato fresco e allo stato indurito.

Aggiunte

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali.

L'impiego nelle miscele di aggiunte è consentito, purché in quantità tali da non pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione alle armature.

Le ceneri volanti impiegate dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 450.

Le prestazioni dei calcestruzzi confezionati con l'aggiunta di ceneri volanti o altre aggiunte di tipo II (secondo la Norma Europea UNI EN 206-1:2006), sia allo stato fresco che indurito, vanno verificate nel corso della fase di qualifica delle miscele.

Miscela

Il calcestruzzo va specificato dal progettista come miscela progettata con riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita). I dati fondamentali per gli impasti a prestazione garantita, da indicarsi in tutti i casi, comprendono:

- Classe di resistenza;
- Massima dimensione nominale degli aggregati;
- Tipo di struttura (semplice, armata o precompressa);
- Classe di esposizione ambientale;
- Lavorabilità.

La classe di resistenza del calcestruzzo (Tabella 8.2) è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150mm di lato (R_{ck}) o cilindri di diametro 150mm e altezza 300mm (f_{ck}).

Classe di resistenza	f_{ck} (N/mm ²)	R_{ck} (N/mm ²)	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	non strutturale
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	ordinario
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Tabella 8.2

Per la determinazione della resistenza a compressione si farà riferimento alle Norme UNI 6126, 6127, 6130, 6132 ed alle prescrizioni del DM 14/01/2008 e successivi aggiornamenti.

La classe di esposizione ambientale di ciascun elemento strutturale sarà di norma specificata seguendo le indicazioni delle “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” emanate dal S.T.C. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Tabella 8.3).

Denominazione	Descrizione dell'ambiente di esposizione
X0 - Nessun rischio di corrosione	
X0	Molto secco
XC - Corrosione indotta da carbonatazione	
XC1	Secco
XC2	Bagnato raramente secco
XC3	Umidità moderata
XC4	Cicli di bagnamento e di essiccamento
XD - Corrosione indotta dai cloruri	
XD1	Umidità moderata
XD2	Bagnato raramente secco
XD3	Cicli di bagnamento e di essiccamento
XS - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare	
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare
XS2	Sommerso
XS3	Nella zona delle maree, nella zona degli spruzzi
XF - Attacco da cicli di gelo disgelo	
XF1	Grado moderato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF2	Grado moderato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XF3	Grado elevato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF4	Grado elevato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XA - Attacco chimico	
XA1	Aggressività debole
XA2	Aggressività moderata
XA3	Aggressività forte

Tabella 8.3

Nel caso in cui gli elaborati progettuali specifichino la classe di esposizione ambientale secondo le specifiche della Norma Europea UNI EN 206-1:2006, il collegamento con le presenti Norme Tecniche può essere effettuato secondo quanto riportato nella Tabella 8.4.

Ambiente d'esposizione secondo UNI 9858		Classi di esposizione
Secco / Molto secco	1	X0
Umido senza gelo	2a	XC1; XC2
Debolmente aggressivo	5a	XC3; XD1; XA1
Umido con gelo	2b	XF1
Marino senza gelo	4a	XS1; XD2
Moderatamente aggressivo	5b	XA2; XC4
Umido con gelo e sali disgelanti	3	XF2
Marino con gelo	4b	XF3
Fortemente aggressivo	5c	XD3; XS2; XS3; XF4; XA3

Tabella 8.4

In relazione alla classe di esposizione prescritta, il calcestruzzo dovrà soddisfare ai seguenti requisiti:

- classe di esposizione XC:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XC1	0.60	280	C25/30
XC2	0.60	280	C25/30
XC3	0.55	300	C30/37
XC4	0.50	320	C30/37

Tabella 8.5

- classe di esposizione XD:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XD1	0.55	300	C30/37
XD2	0.50	320	C30/37
XD3	0.45	350	C35/45

Tabella 8.6

- classe di esposizione XS:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XS1	0.50	300	C30/37
XS2	0.45	320	C35/45
XS3	0.40	370	C35/45

Tabella 8.7

- classe di esposizione XF:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XF1	0.55	300	C30/37
XF2	0.50	320	C30/37
XF3	0.50	320	C30/37
XF4	0.45	340	C35/45

Tabella 8.8a

Per i calcestruzzi in classe di esposizione XF dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d'aria aggiunta specificato in (Tabella 8.8b). Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela ed avere un fattore di spaziatura $< 0,20\text{mm}$, misurato sul calcestruzzo indurito.

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Aria Aggiunta (%)
32	4
16	5
8	6

Tabella 8.8b

- classe di esposizione XA:

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento	Classe di resistenza*
XA1	0.55	300	C30/37
XA2	0.50	320	C30/37
XA3	0.40	370	C35/45

Tabella 8.9

Quando l'attacco chimico sia dovuto ai solfati, i cementi dovranno rispettare le prescrizioni della UNI 9156.

La lavorabilità degli impasti è valutata attraverso misure di consistenza del calcestruzzo fresco. Per la misura della consistenza sarà impiegato di norma il metodo dell'abbassamento al cono (UNI 9418). Se previsto negli elaborati di progetto,

Potranno inoltre essere richieste prestazioni basate sulla misura della consistenza attraverso la prova di spandimento (UNI 8020 - metodo B). I valori di riferimento per l'individuazione della classe di consistenza sono quelli indicati in Tabella 8.10 e Tabella 8.11.

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (mm)	Denominazione corrente
S1	Da 10 a 40	Umida
S2	Da 50 a 90	Plastica
S3	Da 100 a 150	Semifluida
S4	Da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

Tabella 8.10

Tabella 8.11

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	! 630

In mancanza di esplicite diverse indicazioni negli elaborati di progetto, le miscele, al momento del getto, dovranno avere un abbassamento al cono di almeno 100mm (S3) o uno spandimento di almeno 420mm (FB3).

In ogni caso la classe di consistenza specificata negli elaborati di progetto, si intende riferita al momento del getto del calcestruzzo.

Il dosaggio, il tipo e la classe di cemento da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele. Nella scelta si dovrà tenere conto oltre che della resistenza richiesta, del suo sviluppo nel tempo, e delle esigenze legate alla durabilità (classe di esposizione ambientale), anche della velocità di sviluppo della resistenza, e del calore di idratazione. In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 280 kg/m³.

L'assortimento granulometrico delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno tre classi granulometriche diverse.

La granulometria dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste sia allo stato fresco che indurito. La curva granulometrica scelta per ciascuna miscela dovrà essere comunicata prima dell'inizio dei getti alla Direzione Lavori che provvederà a verificarne la costanza.

La massima dimensione nominale degli aggregati dovrà essere indicata negli elaborati di progetto, nel rispetto delle indicazioni riportate al punto 5.4 della Norma Europea UNI EN 206-1:2006 e delle vigenti disposizioni di legge.

Il rapporto acqua-cemento (a/c) delle miscele sarà stabilito in modo da garantire la durabilità del calcestruzzo, il raggiungimento della resistenza richiesta dagli elaborati progettuali e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele, sia allo stato fresco che indurito.

Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta.

Pertanto bisognerà tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia essa in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati in fase di qualificazione, secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a.

Art. 33. Accettazione delle miscele

La composizione della miscela (acqua, cemento, aggregati, additivi ed aggiunte) dovrà essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali richieste, e di minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design). Tale studio si articolerà in due fasi comprendendo una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto delle miscele all'impianto di produzione.

Qualità delle miscele in laboratorio

L'Impresa, presenterà alla Direzione Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali. Tale studio sarà eseguito presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego. Lo studio di composizione presentato non dovrà essere più vecchio di un anno. Per ognuna delle miscele proposte per l'impiego dovrà essere indicato almeno:

- il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- la quantità d'acqua utilizzata;
- il rapporto a/c (con aggregati in condizioni saturi a superficie asciutta);
- la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;
- i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;
- in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa nell'impasto fresco;
- classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile;
- la massa volumica del calcestruzzo fresco;
- la lavorabilità delle miscele;
- le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Potrà inoltre essere prevista la preparazione di provini per la determinazione di qualsiasi altra caratteristica del calcestruzzo richiesta dagli elaborati progettuali.

Qualifica delle miscele all'impianto

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascuna miscela.

La qualifica si intenderà positivamente superata quando:

- la resistenza caratteristica misurata sul calcestruzzo all'impianto di produzione risulti superiore a quella prevista per la miscela in prova;
- il valore dell'abbassamento al cono sia conforme alla classe di consistenza dichiarata;
- il rapporto a/c determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 6393, non superi di 0,04 quello dichiarato nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio.

Nel caso sia previsto il pompaggio delle miscele, gli impasti prodotti dovranno possedere idonee proprietà reologiche, di modo che il getto avvenga mantenendo il valore prestabilito del rapporto a/c.

L'approvazione delle miscele da parte della Direzione Lavori non libera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti. La qualifica delle miscele dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta verranno a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento.

Art. 34. Confezionamento delle miscele

Gli impianti di confezionamento del calcestruzzo dovranno avere una adeguata capacità di stoccaggio delle materie prime (cementi, aggregati, aggiunte, additivi) per garantire la continuità della produzione secondo il previsto programma dei lavori.

Materiali di tipo diverso dovranno essere movimentati e stoccati in modo da evitare miscele, contaminazioni o deterioramento. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Durante lo stoccaggio degli aggregati occorre evitare che si verifichi una segregazione all'interno di ciascuna frazione granulometrica.

Gli additivi dovranno essere trasportati e conservati in modo da evitare che la loro qualità venga compromessa da fattori chimici o fisici.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico, con dosaggio a peso degli aggregati, del cemento e delle eventuali aggiunte. Acqua, ed additivi possono essere dosati sia a peso che a volume.

I dispositivi di dosaggio del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Dovranno essere predisposte apparecchiature o procedure di controllo tali da consentire, per ogni impasto, il controllo dell'umidità degli aggregati e quindi l'aggiunta della corretta quantità d'acqua.

Il dosaggio effettivo degli aggregati, dell'acqua, del cemento e delle aggiunte dovrà essere realizzato con precisione del 3% quello degli additivi con precisione del 5%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. La loro precisione dovrà essere pari almeno quella riportata nella prospetto X della Norma Europea UNI EN 206-1:2006.

Gli impasti dovranno essere confezionati in mescolatori meccanici aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di miscelazione dovranno essere tali da produrre una miscela omogenea. Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 - 79.

Se si aggiungono all'impasto additivi in quantità inferiore a 2g/kg di cemento, questi dovranno essere preventivamente dispersi in una parte dell'acqua di impasto. Quando, a causa del breve periodo di attività degli additivi, sia necessario aggiungerli in cantiere, il calcestruzzo dovrà già essere stato miscelato in modo omogeneo prima dell'additivazione. Al termine dell'additivazione il calcestruzzo dovrà essere rimiscelato fino a che l'additivo risulti completamente disperso nella massa di calcestruzzo ed inizi ad esplicare la sua azione.

Art. 35. Trasporto delle miscele

Il trasporto del calcestruzzo, dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, ed il suo scarico, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- numero di serie;
- denominazione dell'impianto di betonaggio;
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- la data e le ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- quantità (m³) di calcestruzzo fornito;
- la classe di resistenza;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di consistenza;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- il tipo, la classe e, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c;
- il dosaggio ed il tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

A richiesta, il personale dell'Impresa dovrà esibire detti documenti agli incaricati della Direzione Lavori. L'Impresa dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato.

Art. 36. Posa in opera delle miscele

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita dopo aver preparato accuratamente le casseforme, gli scavi da riempire ed i piani di posa e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, sono eseguiti in conformità alle disposizioni degli elaborati progettuali.

I getti, che dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto, potranno essere iniziati solo dopo la verifica delle casseforme, degli scavi, e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la compattazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare 1m.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli necessari a raggiungere la compattazione ottimale delle miscele. La vibrazione del calcestruzzo dovrà proseguire fino a che praticamente cessi la fuoriuscita di bolle d'aria ma senza provocare segregazione.

Le superfici esterne dovranno presentarsi lisce, compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti da macchie o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0.5cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati.

Queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

L'Impresa potrà adottare per la cassetatura il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione ed omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di poter effettuare la ripresa, la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze; in caso contrario l'Impresa dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua. Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5°C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di +5°C.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di -5°C.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente testati durante la fase di qualifica delle miscele.

Art. 37. Stagionatura e protezione del calcestruzzo

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità.

Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Le durate, in giorni, di stagionatura protetta per conseguire una adeguata impermeabilità della zona corticale delle strutture sono riportati nella Tabella 8.12.

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
<i>Condizioni ambientali durante la stagionatura:</i>	giorni di stagionatura protetta								
Non esposto ad insolazione diretta; UR 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, UR 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento intensa, UR ! 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

Tabella 8.12

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo può essere desunta dalla Tabella 8.13.

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe del cemento
Rapida	< 0,5	42,5 R
Media	0,5 - 0,6	42,5 R
	< 0,5	32,5 R - 42,5 R
Lenta	In tutti gli altri casi	

Tabella 8.13

Le durate di stagionatura riportate in Tabella 8.12 dovranno essere adeguatamente aumentate nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto a severe condizioni di abrasione o per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non dovrà superare i 20°C. Gradienti termici inferiori potranno essere specificati nel progetto.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte.

Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.

Art. 38. Acciaio per armature

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

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella Tabella 8.14

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce)	B450C ($6 \leq \varnothing \leq 50$ mm)
FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450A ($5 \leq \varnothing \leq 12$ mm)

Tabella 8.14

Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- f_y nom: 450 N/mm²
- f_t nom: 540 N/mm²

e dovrà rispettare i requisiti indicati nella Tabella 8.15.

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

Tabella 8.15

Acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, dovrà rispettare i requisiti indicati nella Tabella 8.16.

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10,0

Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 10\text{mm}$	4 ϕ	-

Tabella 8.16

CAPO X.STRUTTURE IN ACCIAIO

Art. 39. Generalità

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 del D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_y e di rottura f_t da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_eH$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del §11.1 e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11. del D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi dovranno essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
- (per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_y e di rottura f_t riportati nelle tabelle seguenti

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{vk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{vk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{vk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{vk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		

Art. 40. Acciai laminati

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U

Prodotti piani

- lamiere e piatti
- nastri

Profilati cavi

- tubi prodotti a caldo

Prodotti derivati

- - travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- - profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- - tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- - lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al § 11.3.4.10 del D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008

Fornitura dei prodotti laminati

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5. del D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008.

Art. 41. Acciaio per strutture saldate

Composizione chimica degli acciai

Gli acciai per strutture saldate, dovranno avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1. del D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008.

Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 del D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 il costruttore dovrà corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura dovrà corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 11.3.XI

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
Riferimento	A	B	C	D
Materiale Base: Spessore minimo delle membrane	S235, $s \leq 30\text{mm}$ S275, $s \leq 30\text{mm}$	S355, $s \leq 30\text{mm}$ S235 S275	S235 S275 S355 S460, $s \leq 30\text{mm}$	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

Art. 42. Bulloni e Chiodi

Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 dovranno appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenuti alle classi indicate nella precedente tabella 11.3.XII.a sono riportate nella seguente tabella 11.3.XII.b:

f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito dovranno essere conformi alle prescrizioni della Tab. 11.3.XIII Viti e dadi, dovranno essere associati come indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XIII

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico dovranno soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del § 11.1 del D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008.

Art. 43. Specifiche per acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni dovrà essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) dovrà essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, dovrà essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ dovrà risultare $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati dovranno essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

Art. 44. Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, dovranno essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

Il riferimento a tale attestato dovrà essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Art. 45. Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5.

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

Il trasformatore dovrà dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, dovrà essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore dovranno essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle presenti Norme, come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario. I controlli dovranno essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel seguito per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo dovrà essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione dovrà verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Per quanto sopra, è fatto obbligo a tali centri di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che opererà secondo il disposto dell'art. 64, comma 3, del DPR 380/01.

I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi base utilizzati, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione dovrà inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso.

Nella dichiarazione dovrà essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione dovrà essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La dichiarazione sopra citata dovrà essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati dovrà essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

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

Art. 46. Procedure di controllo su acciai da carpenteria

Controlli in stabilimento di produzione

Suddivisione dei prodotti

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo (vedere § 11.3.4.10.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008), i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica di cui al § 11.3.4.2 del D.M. 14 gennaio 2008), sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.

Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

Prove di qualificazione

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai prodotti di cui al punto B del § 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, fatto salvo quanto prescritto ed obbligatoriamente applicabile per i prodotti di cui a norme armonizzate in regime di cogenza, il produttore dovrà predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione dovrà essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o ³ 2.000 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 25 .

Tale documentazione di prova dovrà basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59, comma 1, del DPR n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione dovranno riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche dovrà essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

Controllo continuo della qualità della produzione

Con riferimento ai prodotti di cui al punto B del § 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore dovrà predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie UNI EN 10025 ovvero delle tabelle di cui alle norme europee UNI EN 10210 ed UNI EN 10219 per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati dovranno riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi dovranno essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore dovrà essere conservata a cura del produttore.

Verifica periodica della qualità

Con riferimento ai prodotti di cui al punto B del § 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopradetto. Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai di cui al § 11.3.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Art. 47. Controlli nei centri di trasformazione

Centri di produzione di lamiera grecate e profilati formati a freddo

Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiera in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiera grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme citate nel precedente §11.3.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008, anche alle norme UNI EN 10326:2004 e UNI EN 10149:1997 (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate, oggetto delle presenti norme, dovranno rispettare le seguenti prescrizioni.

Per le lamiera grecate da impiegare in solette composte (di cui al precedente § 4.6.6 del D.M. 14 gennaio 2008) il produttore dovrà effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto $\tau_{u,Rd}$ della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali dovranno essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 alla norma UNI EN 1994-1-1:2005. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali dovranno essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova dovrà essere trasmesso in copia al Servizio Tecnico Centrale e dovrà essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE (Caso A di cui al §11.1 D.M. 14 gennaio 2008), il centro dovrà dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al § 11.3.1. delle norme tecniche D.M. 14 gennaio 2008, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma dovranno fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati

come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere dovranno indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione (di cui al § 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008), ed inoltre ogni fornitura in cantiere dovrà essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il Direttore dei Lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Centri di prelavorazione di componenti strutturali

Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelavorazione, oggetto delle presenti norme, dovranno rispettare le prescrizioni applicabili di cui al precedente § 11.3.1.7. del D.M. 14 gennaio 2008.

Officine per la produzione di carpenterie metalliche

I controlli sono obbligatori e dovranno essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina.

Con riferimento ai prodotti di cui al punto B del § 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008., i controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Dovranno essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025 ovvero delle tabelle di cui al § 11.3.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non dovrà risultare inferiore ai limiti tabellari.

Dovrà inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza dovrà essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore Tecnico dell'officina che dovrà assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio, si fa riferimento a quanto riportato al § 11.3.2.10.4 del D.M. 14 gennaio 2008, fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il Direttore Tecnico dell'officina curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina dovranno essere accompagnate dalla documentazione di cui al § 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8 del D.M. 14 gennaio 2008, ove applicabili.

Officine per la produzione di bulloni e chiodi

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica dovranno dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione dovrà essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria dovranno indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata dovrà essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni. Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi dovrà essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Art. 48. Controlli di accettazione in cantiere

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e dovranno essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al § 11.3.3.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo dovrà assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008.

Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla direzione dei lavori

specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è «qualificato» secondo le norme vigenti.

La direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Impresa. Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle sono quelle prescritte dal D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008, relativa circolare esplicativa.

Controlli durante la lavorazione

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della direzione dei lavori.

Alla direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Impresa informerà la direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Art. 49. Montaggio

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la direzione dei lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata.

Art. 50. Prove di carico e collaudo statico.

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

CAPO XI. STRUTTURE PREFABBRICATE IN CEMENTO ARMATO

Con struttura prefabbricata s'intende una struttura realizzata mediante l'associazione e/o il completamento in opera di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", nonché nella Circolare 2 febbraio 2009 n.617 " Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente:

in serie "dichiarata";

in serie "controllata".

Per serie "dichiarata" s'intende la produzione in serie eseguita in Stabilimento, dichiarata tale dal Produttore, conforme alle norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della Legge 05/11/1971 n. 1086, o sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02/02/1974 n. 64.

Per serie "controllata" s'intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo di conformità della produzione.

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal Produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si dovrà verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

Come prescritto al § 11.8.1 del DM 14-01-2008 gli elementi costruttivi di produzione occasionale (ad esempio in impianti temporanei di prefabbricazione esterni al cantiere o allestiti a piè d'opera) devono essere realizzati attraverso processi e in stabilimenti sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo le procedure di cui ai §§ 11.8.2, 11.8.3, 11.8.4 (per quanto esplicitamente applicabile al campo della produzione occasionale).

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del DM 14-01-2008. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

Per quanto riguarda i manufatti prefabbricati prodotti in serie Al § 4.1.10 del DM 14-01-2008 sono riportate le definizioni e le caratteristiche di conformità degli elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata e/o controllata.

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del DM 14-01-2008. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

Si precisa che a tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica quanto riportato nei punti A) oppure C) del § 11.1 del DM 14-01-2008. In tali casi, inoltre, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art.9 della Legge 05.11.71 n.1086 ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64. Resta comunque l'obbligo del deposito del progetto presso il competente ufficio regionale. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i §§ 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del DM 14-01-2008, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Ai fini della verifica di quanto sopra l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, all'atto della fornitura, tutta la documentazione inerente la marcatura CE dei manufatti.

Art. 51. Posa in opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione dovranno consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in sito, non dovranno alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Art. 52. Appoggi

Gli appoggi dovranno essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Art. 53. Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi dovranno avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso.

La velocità di discesa dovrà essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi dovranno essere posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento potrà essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità; in particolare dovrà essere stabile all'azione di:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera dovrà essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni. ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Dovrà essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

CAPO XII. TUBAZIONI

Art. 54. Tubazioni per reti in pressione

Normativa di riferimento

Polietilene

- UNI 10910-1:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità;
- UNI 10910-2:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi;
- UNI 10910-3:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi;
- UNI 10910-5:2001 31/10/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI EN 12201-1:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Generalità;
- UNI EN 12201-2:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Tubi;
- UNI EN 12201-3:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Raccordi;
- UNI EN 12201-4:2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole;
- UNI EN 12201-5:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

Polipropilene

- UNI EN 1451-1:2000 31/07/2000 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.
- UNI ENV 1451-2:2002 01/09/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Guida per la valutazione della conformità.

Polivinilcloruro (PVC, PVC-U, PVC-C)

- UNI EN ISO 15493:2005 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per applicazioni industriali - Acrilonitrile - Butadiene - Stirene (ABS), policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) e clorurato (PVC- C) - Specifiche per i componenti ed il sistema - Serie metrica;
- UNI EN 1452-1:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Generalità;
- UNI EN 1452-2:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Tubi;

- UNI EN 1452-1:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Generalità
- UNI EN 1452-2:2001 30/09/2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Tubi;

Art. 55. Tubazioni per reti di scarico

Tutte le tubazioni saranno contrassegnate con un marchio di conformità alle norme UNI, mentre raccordi e pezzi speciali saranno tutti di tipo prefabbricato senza l'utilizzo di pezzi speciali improvvisati in sede di montaggio.

Normativa di riferimento

Polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate (PEAD)

- UNI 7613:1976 31/12/1976 Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti.

PVC rigido per condotte di scarico interrate

- UNI EN 1401-1:1998 30/11/1998 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI ENV 1401-3:2002 01/12/2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione

Polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate (PEAD)

- UNI 7613:1976 31/12/1976 Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti.

Art. 56. Marcatura

Tutti i tubi e raccordi dovranno essere marcati in modo permanente e leggibile senza ingrandimento, riportando tutte le informazioni relative alle caratteristiche dimensionali e di impiego, nonché i dati necessari alla rintracciabilità degli stessi. In particolare i tubi dovranno essere marcati almeno ogni metro lineare per tutta la loro lunghezza.

La marcatura minima richiesta dovrà riportare le indicazioni riportate di seguito.

TUBI

- Nome o simbolo del Produttore;
- Marchio di conformità alle norme UNI;
- Numero della norma;
- Materiale e designazione (PE x);
- Dimensioni (DN x eN);
- Serie (S) o Rapporto dimensionale normalizzato (SDR); · Classe di pressione in bar (PN y);
- Data e/o codice di produzione.

RACCORDI

Sul raccordo stesso

- nome o simbolo del Produttore;

- Marchio di conformità alle norme UNI;
- diametro nominale e serie del tubo/SDR;
- data e/o codice di produzione.

Sull'etichetta

- numero della norma;
- materiale e designazione (PE X);
- classe di pressione in bar (PN Y);
- sistema di riconoscimento dei parametri di fusione (valido solo per raccordi a fusione)

Art. 57. Criteri di accettazione

La Direzione Lavori accetterà i materiali proposti solo dopo aver accertato la loro idoneità alla realizzazione dell'impianto in progetto, in rispondenza alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto, ed in particolare che essi siano oggetto del marchio UNI con le limitazioni previste dalle norme di riferimento.

Solo a questo punto l'Impresa può approvvigionare i materiali in cantiere.

Art. 58. Movimentazione dei materiali

Per il carico, il trasporto e lo scarico, nonché l'accatastamento dei tubi e l'immagazzinamento dei raccordi, l'Impresa dovrà far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

Art. 59. Trasporto

Nel trasporto dei tubi i piani d'appoggio dovranno essere privi di asperità.

I tubi in rotoli dovranno essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

I tubi forniti in barre dovranno essere sostenuti per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbracature 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 da non danneggiare in alcun modo i tubi.

Art. 60. Carico, scarico, movimentazione

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o con il braccio di un escavatore, i tubi dovranno essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di adeguate ampiezza.

Se invece queste operazioni vengono effettuate manualmente, l'Impresa dovrà evitare in ogni modo di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o, comunque, su oggetti duri ed aguzzi.

La Direzione Lavori dovrà assicurarsi che tutte le operazioni di carico, scarico e movimentazione avvengano correttamente.

Nel caso in cui alcuni tubi risultino danneggiati, dovranno essere identificati con la dicitura "da non usare" e segregati in apposita zona all'interno del cantiere. La Direzione Lavori dovrà quindi valutare le condizioni dei pezzi danneggiati e decidere sugli opportuni provvedimenti da prendere.

Art. 61. Accatastamento

Nell'accatastamento il piano d'appoggio dovrà essere livellato, esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.

L'altezza d'accatastamento per i tubi in barre non dovrà essere superiore a 1,5 m qualunque sia il diametro e lo spessore. I tubi in rotoli dovranno essere appoggiati orizzontalmente e l'altezza dell'accatastamento non dovrà superare i 2 m.

Limitatamente ai tubi di diametro esterno superiore a 500 mm, è consigliabile armare internamente le estremità onde evitare eccessive ovalizzazioni.

Al termine dell'accatastamento dei tubi in cantiere, l'Impresa dovrà assicurarsi che i tappi di protezione delle testate siano collocati sulle stesse, al fine di prevenire l'alloggiamento all'interno dei tubi di foglie, polvere, piccoli animali, acque meteoriche etc..

È a cura e spese dell'Impresa il corretto posizionamento dei tubi, al fine di evitare ogni possibile incidente dovuto a non previsti movimenti degli stessi.

Qualora i tubi vengano accatastati all'aperto per lunghi periodi, l'Impresa dovrà proteggerli dalle radiazioni UV, a sua cura e spese.

Art. 62. Conservazione di raccordi, valvole, pezzi speciali

L'Impresa dovrà predisporre, a sua cura e spese, tutte le misure necessarie affinché i materiali in polietilene approvvigionati e stoccati in cantiere siano riparati dalle radiazioni solari per evitare il rischio di degradazione dei polimeri con conseguente decadimento delle proprietà fisico-chimico meccaniche.

I raccordi, le valvole e i pezzi speciali possono essere imballati in differenti modi, secondo la forma, la dimensione e il tipo di trasporto; se fossero forniti sfusi, l'Impresa dovrà aver cura di non accatastarli disordinatamente, così da evitare il danneggiamento per effetto degli urti tra loro e con eventuali materiali pesanti ivi presenti.

In particolare, i raccordi elettrosaldabili dovranno sempre essere forniti in apposite confezioni di materiale resistente, tale da proteggere da polveri, umidità, salsedine, raggi UV, etc.. In particolare si dovrà evitare la vicinanza di fonti di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari fino all'atto del loro impiego.

Analoghe indicazioni valgono per la conservazione dei lubrificanti.

Art. 63. Modalità e procedure di posa in opera

Per la verifica e la posa in opera delle tubazioni l'Impresa dovrà far riferimento alle prescrizioni del D.M. del 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" e s.m.i..

Scavi

Lo scavo dovrà essere realizzato a sezione obbligata.

La larghezza minima sul fondo dello scavo dovrà essere di 20 cm superiore al diametro del tubo che dovrà contenere.

La profondità minima di interrimento dovrà essere di 1 m dal piano campagna, misurata dalla generatrice superiore del tubo, e in ogni caso valutata in funzione di eventuali carichi stradali e/o pericolo di gelo.

Qualora secondo le indicazioni di progetto non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesto, la tubazione dovrà essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

Letto di posa

Le tubazioni posate nello scavo dovranno trovare appoggio continuo e stabile sul fondo dello stesso, lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza.

A questo scopo il fondo dello scavo dovrà essere livellato con materiale granulare idoneo riportato negli elaborati di progetto oppure definito dalla Direzione Lavori. In ogni caso le tubazioni dovranno essere sempre posate su di un letto con spessore non inferiore a 10 - 15 cm di materiale granulare e protette su tutta la loro circonferenza con identico materiale ben compattato.

Prima della posa dei tubi, l'Impresa dovrà compattare accuratamente il materiale granulare steso, avendo cura di rispettare le pendenze calcolate in fase di progetto. Nel caso in cui i valori delle pendenze non fossero rispettati, è a cura e spese dell'Impresa, riportarsi a quei valori.

È essenziale che il letto non sia molto rigido e che offra al tubo un sostegno buono e uniformemente distribuito.

Posa in opera

Prima della posa in opera, l'Impresa dovrà ispezionare singolarmente i tubi per scoprire eventuali difetti;

inoltre gli eventuali raccordi, valvole, punte, bicchieri e guarnizioni dovranno essere integre. Nel caso in cui uno o più elementi non risultassero tali, è a cura e spese dell'Impresa, il ripristino con nuovi elementi integri.

Le operazioni di posa in opera dovranno essere eseguite da operatori esperti e con adeguati mezzi d'opera, al fine di evitare deformazioni plastiche e/o danneggiamento alla superficie esterna dei tubi. E comunque solo dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi, in funzione delle prescrizioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

Eventuali variazioni possono essere consentite in presenza di ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento, e preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, dovrà preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della Direzione Lavori.

I tubi dovranno essere collocati nella precisa posizione risultante dai disegni di progetto, salvo diverse disposizioni da parte della Direzione Lavori.

Nel caso in cui singole barre o tratti di condotta siano da realizzarsi fuori scavo, gli stessi dovranno essere calati nelle fosse con le prescritte precauzioni, previa predisposizione già citata del fondo.

I tubi vengono allineati inizialmente, tanto in senso planimetrico che altimetrico, ricalzandoli in vicinanza dei giunti. In seguito si dovrà fissare la loro posizione definitiva riferendosi ai picchetti di quota e di direzione, in modo che non si verifichino contro pendenze rispetto al piano di posa.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi, tubi e raccordi dovranno essere ricontrollati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità. Dopodiché i tubi dovranno essere fissati definitivamente nella loro posizione, ricalzandoli opportunamente lungo tutta la linea, senza l'impiego di cunei in metallo, di legno o pietrame.

Per i terminali dei tratti già collegati, che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla loro chiusura ermetica, per evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli organi d'intercettazione (valvole, saracinesche e simili) che con il loro peso possono sollecitare i tubi, dovranno essere sostenuti con idonei supporti, in modo da non trasmettere le loro sollecitazioni alla condotta.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri o manicotti con diametro esterno maggiore di quello della condotta, dovranno essere accuratamente riempite, onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri, una volta terminata la posa della tubazione.

Non è necessario scavare le nicchie per l'alloggiamento dei bicchieri quando si utilizzano tubazioni corrugate con diametro esterno del bicchiere uguale al diametro esterno della condotta.

Rinterri e riempimenti

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, l'Impresa dovrà disporre sopra di essi uno strato di materiale granulare non inferiore a 10 - 15 cm misurati sulla generatrice superiore del tubo.

Il materiale dovrà essere lo stesso di quello impiegato per la realizzazione del letto di posa delle tubazioni.

Oltre tale quota, il riempimento dovrà essere effettuato con il materiale proveniente dagli scavi, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm.

Il rinterro con terreni torbosi, melmosi, argillosi, ghiacciati è proibito in quanto detti terreni non sono costipabili per il loro alto contenuto d'acqua.

Il compattamento dello strato fino a circa 2/3 del tubo dovrà essere eseguito a mano per formare strati successivi di 20 cm, avendo massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote al di sotto del tubo e che lo strato di rinfianco tra tubo e parete sia continuo e compatto.

Il materiale granulare compattato dovrà presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiancando la tubazione da ogni lato; in particolare il costipamento dovrà raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata.

La compattazione dovrà avvenire solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

Tenuto conto che la tubazione, in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni a causa del suo coefficiente di dilatazione termico, se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna. È quindi preferibile che il riempimento venga fatto nelle ore meno calde della giornata;
- si procede sempre a zone di 20/30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si dovrà lavorare su tre tratte consecutive e quindi eseguire contemporaneamente il ricoprimento (fino a 50 cm sopra il tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15 - 20 cm) nella zona adiacente e la posa del materiale granulare intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si può procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali o all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito solo dopo che il ricoprimento è stato portato a m 5-6 dal pezzo stesso.

Il riempimento successivo dello scavo può essere effettuato con il materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi di 20-30 cm, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.

La compattazione in sito del terreno di reinterro dovrà raggiungere il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor Modificata.

L'Impresa dovrà posizionare, a sua cura e spese, opportuni nastri segnaletici lungo l'asse della condotta ad una distanza da essa di circa 30 cm, al fine di facilitarne l'esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione e/o lavori di scavo.

Sistemi di giunzione

Le giunzioni dei tubi, dei raccordi e dei pezzi speciali di polietilene possono avvenire con due sistemi:

Per saldatura;

- mediante elettrofusione;
- mediante procedimento ad elementi termici (saldatura testa a testa).

Per serraggio meccanico;

- mediante giunto a bicchiere;
- mediante filettatura;
- mediante giunti metallici;
- mediante raccordi in materiale termoplastico;
- per flangiatura.

Le saldature di qualunque tipologia dovranno essere eseguite esclusivamente da personale specializzato, munito di certificato di abilitazione all'esecuzione di giunti saldati sui tubi di materia plastica, di cui alla norma UNI 9737/1997 "Classificazione e qualificazione dei saldatori di materie plastiche. Saldatori con i procedimenti ad elementi termici per contatto con attrezzatura meccanica e a elettrofusione per tubazioni e raccordi in polietilene per il convogliamento di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

Attrezzature impiegate

Tipologia

Le attrezzature per la lavorazione e la posa di tubazioni di PE si distinguono in:

- attrezzature per saldare;
- attrezzature complementari.

Le attrezzature per saldare dovranno essere del tipo:

- saldatrici ad elementi termici per contatto (norma UNI10565); saldatrice per elettrofusione (norma UNI10566);
- saldatrice a termoelemento per saldare nel bicchiere.

Le attrezzature complementari sono quelle utilizzate per la lavorazione e la preparazione dei pezzi da saldare (raschiatori, tagliatubi, allineatori, morsetti, perforatori, riarrotondatori e posizionatori per prese, chiavi, etc.).

Le saldatrici e tutte le attrezzature, che l'Impresa ritiene opportuno impiegare per il montaggio delle tubazioni in HDPE, dovranno sempre e comunque essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Sicurezza rispetto alla normativa elettrica

Poiché le operazioni di saldatura vengono eseguite per lo più in ambienti umidi (trincee) e, in alcuni casi, anche in presenza di acqua, l'Impresa dovrà impiegare solo saldatrici alimentate elettricamente certificate, in modo da garantire l'incolumità e la sicurezza del personale addetto.

Per quanto sopra, le saldatrici dovranno essere costruite ed usate nel rispetto delle seguenti norme:

- norma CEI 107/1 "Norme generali di sicurezza per gli apparecchi elettrotermici d'uso domestico e similare";
- norma CEI 107/50 "Ferri per saldare e apparecchi simili - Norme particolari di sicurezza";
- norma CEI 64/8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c".

Saldatura per elettrofusione

Questo sistema di saldatura consente collegamenti fra tubo e tubo, fra tubo e raccordo, mediante un elemento con resistenza elettrica incorporata (manicotti elettrici).

È di semplice realizzazione e facilmente attuabile, soprattutto per diametri mediopiccoli; inoltre non richiede la totale omogeneità tra tubi e/o raccordi da collegare.

La saldatura viene realizzata con l'ausilio di manicotti elettrici i quali, prodotti per stampaggio, contengono delle resistenze in grado di fondere il materiale delle superfici di contatto tra tubo o raccordo e manicotto.

La saldatura viene effettuata inserendo le estremità del tubo o del raccordo nelle apposite sedi del manicotto e collegando le resistenze di quest'ultimo alla relativa saldatrice.

Per l'esecuzione della saldatura per elettrofusione, l'Impresa dovrà far riferimento alla norma UNI 10521 "Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

Saldatrici

Le saldatrici sono costituite da un dispositivo erogatore di energia che può essere a comando manuale, semiautomatico o automatico, caratterizzando i vari tipi di saldatrici. Questi dispositivi regolano la quantità di energia in funzione a quanto viene loro richiesto dal circuito elettrico incorporato nell'elemento elettrosaldabile.

Ogni saldatrice dovrà essere impiegata solamente per i raccordi elettrosaldabili per cui è stata abilitata;

infatti non è possibile saldare elementi elettrosaldabili con saldatrici appartenenti a sistemi diversi.

Sono in commercio specifiche apparecchiature polivalenti che consentono di saldare elettrosaldabili appartenenti a diversi sistemi, in quanto l'impostazione dei dati di saldatura avviene in maniera automatica, mediante l'ausilio di codici a barre, carte magnetiche o sistemi equivalenti.

In ogni caso queste saldatrici dovranno essere dotate di dispositivi in grado sia di verificare la resistenza elettrica degli elettrosaldabili prima della saldatura, che di intervenire automaticamente per l'interruzione dell'energia, a saldatura avvenuta.

Per eseguire la saldatura per elettrofusione è inoltre richiesto l'impiego di attrezzature quali tagliatubi, raschiatori di tipo manuale o meccanico, allineatori, riarrotondatori, posizionatori per prese a settore.

Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10566 II Saldatrici per elettrofusione ed attrezzature ausiliarie impiegate per l'esecuzione di giunzioni di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), mediante raccordi elettrosaldabili per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti, collaudo, manutenzione e documenti".

Preparazione per la saldatura

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa dovrà eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

Verifica delle condizioni ambientali

La saldatura dovrà essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5°C e +40 °C.

Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

L'esecuzione delle saldature dovrà avvenire in un luogo possibilmente asciutto: in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

Controllo dei materiali

L'Impresa dovrà effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare dovrà verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli, sbeccature o altro: eventuali discontinuità dovranno essere eliminate asportando per taglio, il tratto del tubo che lo contiene.

Si dovranno correggere eventuali ovalizzazioni dei tubi superiori all'1,5%, mediante appositi congegni arrotondatori e/o allineatori, al fine di riportare le dimensioni entro i valori normati; non è comunque ammesso il riscaldamento delle estremità per recuperare eventuali ovalizzazioni o ridurre la curvatura dei tubi.

Infine si dovrà verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione di plastica per evitare l'effetto di correnti d'aria durante la fase di saldatura.

Preparazione degli elementi da saldare

Le superfici interna ed esterna dei tubi dovranno essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre o carta morbida e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, alcole etilico, tricloroetano o clorotene).

Su tutta la superficie esterna da saldare, sia dei tubi che dei codoli dei raccordi, si dovrà asportare lo strato di ossidazione superficiale mediante appositi raschiatori automatici, semiautomatici o manuali.

Non è consentito l'utilizzo di tela smeriglio, raspe o altri attrezzi di fortuna per l'asportazione.

La lunghezza del tubo sottoposto a raschiatura dovrà risultare maggiore della lunghezza del raccordo elettrosaldabile per un tratto di almeno 10 mm di ciascuna estremità. Questa operazione dovrà essere eseguita in modo omogeneo ed uniforme su tutta la superficie esterna del tubo interessata alla saldatura e realizzata per una profondità di:

- 0,1 mm per tubi con diametri uguali o inferiori a 63 mm;
- 0,2 mm per tubi con diametri superiori a 63 mm;

Il raccordo elettrosaldabile non dovrà essere sottoposto a raschiatura.

Posizionamento degli elementi da saldare

Prima di inserire il raccordo elettrosaldabile, si dovrà segnare sulle testate da congiungere la profondità d'inserimento dell'elettrosaldabile mediante una matita cerosa per circa 1/3 della circonferenza degli elementi da congiungere.

Inserire quindi le testate nell'elettrosaldabile e bloccare la giunzione nell'allineatore. Infine verificare il corretto inserimento dell'elettrosaldabile sugli elementi da saldare e la loro coassialità.

Saldatura

L'Impresa dovrà eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice.

Le parti saldate dovranno rimanere bloccate fino al completamento dell'operazione di saldatura ed essere mantenute tali fino a raffreddamento avvenuto per un tempo comunque non inferiore a 20 minuti, evitando tutte le possibili sollecitazioni esterne.

L'Impresa dovrà registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

Saldatura mediante elementi termici di contatto (testa a testa)

Questo sistema di saldatura consente l'esecuzione di giunzioni di due prodotti (tubi e/o raccordi) di uguale spessore, mediante l'impiego di saldatrici ad elemento termico per contatto (saldatrice a piastra).

Sono eseguite normalmente fuori scavo e, quando le condizioni lo consentono, anche entro lo scavo. È idonea soprattutto per grandi diametri.

La saldatura viene realizzata con l'ausilio di una saldatrice a piastre composta da ganasce per bloccare ed allineare le estremità dei tubi da saldare, una fresa per spianare e rifinire le testate, da una piastra riscaldata che mediante contatto fonde alcuni mm di PE sulle testate affinché realizzino la saldatura.

Seguendo un opportuno ciclo le estremità delle tubazioni vengono rifinite, riscaldate fino allo stato plastico, per contatto con la termoplastra, e quindi unite a pressione fino ad ottenere un corpo unico.

Per l'esecuzione della saldatura mediante elementi termici di contatto, l'Impresa dovrà far riferimento alla norma UNI 10520 " Saldatura di materie plastiche. Saldatura ad elementi termici per contatto.

Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

Saldatrici

Le saldatrici sono costituite da un basamento (telaio), da due elementi di guida e da due carrelli, uno mobile ed uno fisso, su ognuno dei quali trovano posto almeno due ganasce.

La pressione per la traslazione del carrello scorrevole viene fornita da una centralina con pompa e distributore a funzionamento manuale o elettroidraulico.

Sono vietate le macchine saldatrici in cui la traslazione delle morse avviene per movimento meccanico manuale e la pressione di saldatura avviene mediante molle.

La fresa utilizzata per la spianatura delle testate dovrà essere elettrica, atta in ogni caso a lavorare le testate da saldare in maniera piana ed ortogonale all'asse del tubo e/o raccordo.

Il termoelemento (termopila) dovrà mantenere una temperatura costante, sulle superfici piane ricoperte con appropriati rivestimenti antiaderenti.

In ogni caso le attrezzature impiegate dovranno garantire:

- una perfetta coassialità delle testate;
- un adeguato pianparallelismo delle superfici da saldare;
- la regolazione e il controllo dei parametri di saldatura (pressione, temperatura, tempo).

Ai fini della sicurezza dell'operatore, l'Impresa è obbligata ad impiegare saldatrici costruite nel rispetto della norma UNI 10565 " Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto impiegate per l'esecuzione di giunzioni testa/testa di tubi e/o raccordi in polietilene (PE), per il trasporto di gas combustibile, di acqua e di altri fluidi in pressione. Caratteristiche e requisiti. collaudo, manutenzione e documenti".

Preparazione per la saldatura

Prima dell'inizio del ciclo di saldatura, l'Impresa dovrà eseguire, ove necessario a sua cura e spesa, una serie di operazioni volte a garantire le migliori condizioni di lavoro e, di conseguenza, ad aumentare l'affidabilità della giunzione.

Verifica delle condizioni ambientali

La saldatura dovrà essere eseguita in un campo di temperatura ambiente compreso tra -5°C e +40°C.

Non è ammesso l'impiego di cannelli ad aria calda o bruciatori a diretto contatto con le superfici da saldare, per innalzare la loro temperatura.

L'esecuzione delle saldature dovrà avvenire in un luogo possibilmente asciutto; in caso di pioggia, elevato grado di umidità, vento, eccessivo irraggiamento solare, etc, l'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per proteggere la zona di saldatura.

Controllo della saldatrice

Oltre alle verifiche di integrità e funzionamento sulla centralina idraulica, fresatrice e strumentazione, si dovrà controllare l'efficienza della termopila.

La massima differenza ammessa tra la temperatura impostata e quella rilevata in un punto qualunque del termoelemento con un termometro digitale tarato non dovrà essere superiore a $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Controllo dei materiali

L'Impresa dovrà effettuare l'esame visivo e dimensionale dei materiali da saldare. In particolare dovrà verificare che la superficie interna ed esterna dei tubi e/o dei raccordi, in prossimità delle estremità da saldare, siano esenti da intagli e graffiature rilevanti e che siano rispettate le tolleranze

relative allo spessore, al diametro esterno "qualunque" e all'ovalizzazione massima consentita dalle norme di prodotto applicabili.

Nel caso in cui l'ovalizzazione risultasse eccessiva, si può fare uso di attrezzi arrotondatori; non è comunque ammesso il riscaldamento delle estremità.

Inoltre dovrà verificare che l'estremità del tubo, opposta alla zona di saldatura, sia sigillata con tappo di protezione.

Preparazione delle testate

Le testate dovranno essere accuratamente pulite da unto, polvere, tracce di fango e quant'altro possa viziare il futuro esercizio della tubazione, impiegando panni puliti che non rilascino fibre e apposito liquido detergente (ad esempio alcole isopropilico, cloruro di metilene, tricloroetano o clorotene); Si dovrà controllare scrupolosamente che:

- il disassamento massimo fra le due teste non sia superiore al 10% dello spessore degli elementi da saldare, con un massimo di 2 mm;
- il pianparallelismo delle superfici spianate, avvicinando le parti, non presenti in nessun punto una luce superiore a:
 - 0,3 mm fino a De 200 mm
 - 0,5 mm fino a De 400 mm
 - 1,0 mm oltre De 450 mm

Nel caso in cui uno dei due controlli non risultasse soddisfacente, l'Impresa dovrà procedere nuovamente alle fasi di serraggio, fresatura ed eventuale pulizia, al fine di garantire il buon allineamento delle testate.

Selezione dei parametri di saldatura

I parametri di saldatura dipendono dallo spessore dei tubi e raccordi impiegati ed in particolare:

- la temperatura del termoelemento dovrà essere pari a:

$T = 210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, per spessore ≤ 12 mm;

$T = 200^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, per spessore ≥ 12 mm.

- I valori delle spinte da applicare:

per le fasi di preriscaldamento e saldatura i valori della pressione dovranno essere tali per cui le superfici a contatto siano soggette ad una pressione pari a 0,15 N/mm², riferita alla superficie della corona circolare del tubo.

per la fase di riscaldamento il valore della pressione dovrà essere tale per cui le superfici a contatto siano sempre soggette ad una pressione non superiore a 0,02 N/mm², riferita alla superficie della corona circolare del tubo.

I valori di pressione, che dipendono dal tipo di saldatrice impiegata, si possono ricavare direttamente dalle tabelle fornite dal Costruttore oppure possono essere calcolati conoscendo la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando.

I valori di pressione, che dipendono dal tipo di saldatrice impiegata, si possono ricavare direttamente dalle tabelle fornite dal Costruttore oppure possono essere calcolati conoscendo la sezione del cilindro di spinta del circuito di comando.

Le indicazioni fornite dal manometro della saldatrice dovranno corrispondere alle spinte calcolate o alle pressioni indicate dalla tabella: le pressioni di preriscaldamento (P1) e di saldatura (P5) dovranno essere aumentate del valore dell'attrito (pressione di trascinamento) che la macchina incontra, sia per l'avvicinamento delle testate, sia per il trascinamento della barra e/o raccordo da saldare.

La pressione di trascinamento è la minima pressione letta sul manometro che permette il movimento relativo delle due testate precedentemente fissate al supporto mobile della saldatrice. Il suo valore dipende principalmente dal peso degli elementi da unire e non dovrà risultare superiore al valore delle pressioni P1 e P5. Si misura sperimentalmente, e dovrà sempre essere verificata dall'operatore prima di ogni saldatura.

Ciclo di saldatura

La saldatura dovrà essere eseguita seguendo le fasi del ciclo di saldatura riportate di seguito. In particolare:

Fase 1: Accostamento e Preriscaldamento delle testate

In fase di preriscaldamento le superfici di saldatura dovranno essere premute contro il termoelemento con una forza di 0,15 N per ogni mm² di superficie della corona circolare interessata alla saldatura, a cui va aggiunta la pressione di trascinamento, fino al formarsi di un cordolo regolare su tutta la circonferenza, la cui dimensione è specificata nelle tabelle approntate dal Costruttore della saldatrice, così come tutti i tempi necessari al procedimento (t1, t2, t3, t4, t5).

Fase 2: Riscaldamento

Durante la fase di riscaldamento, le superfici dovranno aderire al termoelemento ad una pressione minima (0,02 N/mm²).

Fase 3: Rimozione del termoelemento

Trascorso il tempo di riscaldamento t2, le superfici di saldatura dovranno essere allontanate rapidamente dal termoelemento, che dovrà essere tolto e quindi riavvicinate in un tempo t3.

Fase 4: Raggiungimento della pressione di saldatura;

Avvenuto l'avvicinamento delle superfici di saldatura, la pressione dovrà essere aumentata gradualmente e senza sbalzi in un tempo t4, fino a 0,15 N/mm² a cui va aggiunta la pressione di trascinamento.

Fase 5: Saldatura

Il tempo t5 necessario per raggiungere la pressione ottimale è correlato allo spessore del tubo.

Fase 6: Raffreddamento

Si dovrà evitare nel modo più assoluto qualsiasi raffreddamento brusco della saldatura (ottenuto, ad esempio, con aria o acqua).

Al termine del tempo di saldatura in pressione è possibile liberare il tubo dalle ganasce, avendo cura di non sottoporlo ad apprezzabili sollecitazioni fino al raffreddamento completato. In questo periodo si dovrà, inoltre, provvedere a proteggere la zona di saldatura dagli agenti atmosferici (pioggia, vento, umidità, eccessivo irraggiamento solare, etc.).

I tempi e le pressioni di preriscaldamento, riscaldamento e saldatura sono rilevabili dalla tabella della macchina e sono validi a temperatura ambiente (20°C) in assenza di correnti d'aria.

Il cordolo formatosi durante la saldatura dovrà essere, per quanto possibile, regolare ed uniforme e dovrà corrispondere alle dimensioni previste dalla tabella della norma UNI 10520.

L'Impresa dovrà eseguire la saldatura attenendosi scrupolosamente alle direttive impartite dal Costruttore degli elettrosaldabili e della saldatrice.

L'Impresa dovrà registrare i parametri di saldatura adottati per l'esecuzione di ogni singolo giunto in un verbale di saldatura.

Giunto a bicchiere

Tale giunzione è idonea solo per basse pressioni di esercizio.

Il giunto a bicchiere stampato in PE viene saldato in Stabilimento su una delle estremità della barra del tubo.

Il bicchiere presenta una forma leggermente svasata tale da poter ricevere l'estremità opposta di un altro tubo.

La tenuta viene realizzata comprimendo nello spazio tra parete del tubo e quella del bicchiere un'idonea guarnizione.

Filettatura

I giunti sono composti da innesti filettati Maschio/Femmina che vengono saldati in Stabilimento sulle estremità della barra del tubo.

L'avvitamento dovrà essere effettuato fino in fondo, ma senza forzare eccessivamente.

Giunti metallici

Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione e a innesto. Alcuni non effettuano il graffaggio del tubo esterno (es. giunti universali o dedicati), altri presentano un sistema di graffaggio antisfilamento sulla circonferenza esterna del tubo.

Raccordi in materiale termoplastico

Vengono usati vari tipi di raccordi a compressione in materiale termoplastico, nei quali la giunzione viene effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

Comunque i giunti dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalla norma UNI 9561 "Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti" e pertanto verificati con i relativi metodi di prova prescritti nella norma UNI 9562 "Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova".

Giunzioni mediante flangiatura

Flangiatura a saldare

Si usano flange scorrevoli infilate su collari in PE salda bili mediante saldatura ad elementi termici per contatto o per elettrofusione.

I collari, data la resistenza che dovranno esercitare, saranno prefabbricati per stampaggio dal fornitore dei tubi.

Le flange vengono quindi collegate con bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, utilizzando idonee guarnizioni. L'inserimento di guarnizioni è consigliata in tutti i casi.

Le flange, a seconda dell'uso della condotta, possono essere di materiale metallico o termoplastico; a collegamento avvenuto, flange e bulloni possono essere convenientemente protetti contro la corrosione.

Flangiatura a compressione

Si possono utilizzare flange mobili a serraggio meccanico dotate di guarnizione conica in cui inserire il tubo; la guarnizione stessa funge da tenuta con la controflangia.

È indispensabile l'inserimento di una boccola di rinforzo all'interno del tubo, per evitare eventuali collassamenti dello stesso.

Tale flangia può essere dotata di ghiera antisfilamento.

Vi sono inoltre altri sistemi di flangiatura, costituiti da giunti di collegamento di tipo universale, con gamma diametri d'accoppiamento variabile da un lato, e dall'altro dotati di flangia di collegamento. Tali giunti flangiati dovranno avere boccola di rinforzo all'interno del tubo. Il giunto può avere funzione antisfilamento.

Tutti i sistemi di flangiatura a compressione possono essere utilizzati come giunti di smontaggio.

Art. 64. Collaudo idraulico per tubazioni in pressione

Il collaudo si dovrà eseguire sulla tubazione installata, compresi i relativi raccordi e tutti gli organi di intercettazione, se questi sono dimensionati per la pressione di prova. Se questi accessori non sono adatti alla pressione di collaudo, dovranno essere esclusi con inserimento di dischi di intercettazione.

Le prove di collaudo possono essere di due tipi:

- collaudo tradizionale;
- collaudo aggiornato (con riferimento ai progetti EN).

e possono essere scelte indifferentemente.

Collaudo tradizionale

Si verifica la tenuta della condotta a breve durata con una pressione superiore alla pressione nominale della linea. Durante la prova preliminare si dovrà creare nella tubazione un equilibrio tra tensione e dilatazione, che avrà come risultato, un aumento di volume della condotta.

La prova idraulica dei tubi in PE in opera è da effettuare su tratte non più lunghe di 500 m, per evitare problematiche sia durante il collaudo (rabbocco liquido, controllo giunzioni presenze sacche d'aria) che in caso di rottura della saldatura (svuotamento totale e riempimento in linea).

La tubazione dovrà essere bloccata nello scavo con terra vagliata o sabbia, lasciando possibilmente tutte le saldature scoperte per i controlli di tenuta.

La quasi totale copertura del tubo da collaudare eviterà sbalzi di temperatura nelle varie ore del giorno e della notte, consentendo una definizione più precisa della quantità di acqua aggiunta durante le ore di collaudo.

Dopo la copertura parziale del tubo, come sopra accennato, si dovrà riempire la linea con acqua dal punto più basso della condotta, sfiatando lo stesso in vari punti per eliminare totalmente le sacche d'aria.

Alla fine dell'operazione di riempimento e di sfiato, si procederà con la prova di pressione preliminare per una durata di 6 ore complessive e con pressione di 1,5 PN che non dovrà superare assolutamente il valore $PN + 5$ bar.

Nel punto di pompaggio dovrà essere installato, oltre ad un manometro di pressione, anche un manometro registratore (pressione e tempo), permettendo così di documentare l'andamento della prova idraulica e un contatore volumetrico.

La pompa dovrà essere attivata ogni ora per ripristinare la pressione di prova ed il contatore presente nell'unità di pressurizzazione dovrà conteggiare il volume del liquido aggiunto.

Questi dati si dovranno annotare nel protocollo di collaudo.

Durante le 6 ore il tubo si dilaterà sotto la pressione interna e raggiungerà una perdita di pressione fino a 0,8 bar/h. Ad una temperatura di 20°C il volume può aumentare fino al 3%.

Se la temperatura è più bassa di 20°C (ad esempio di notte) la dilatazione avrà valori più contenuti.

Durante l'operazione di pre-collaudo si dovrà controllare la tenuta delle giunzioni e i raccordi flangiati saranno da rinserrare ciclicamente. Prestare attenzione durante queste operazioni al pericolo di incidente in caso di improvvisa perdita della linea, prevedendo adeguate protezioni all'operatore.

Al termine della prova preliminare, che dovrà terminare senza alcuna perdita dalle giunzioni si procede con la prova principale, abbassando la pressione interna ad un livello di 1,3 PN che non dovrà superare il valore $PN + 3$ bar. Questa prova dura 6 ore ed ogni ora dovrà essere rilevata la pressione interna che indicativamente può scendere di 0,3 bar/h. Non dovrà essere ripristinata la pressione fino al termine della prova. Il collaudo si ritiene positivo quando il $p = 1,8$ bar (differenza fra pressione iniziale con pressione finale)..

Durante la prova principale si controllano, da parte dell'operatore, tutte le giunzioni senza che si riscontrino alcuna perdita visibile. Al collaudo terminato si redige un protocollo che dovrà essere firmato dall'Impresa esecutrice e dalla Direzione Lavori.

Collaudo aggiornato

Si verifica la tenuta della condotta con procedimenti particolarmente rapidi utilizzando il "metodo a contrazione" (variazione del volume modificando la pressione) .

Il principio di questo metodo sfrutta le caratteristiche viscoelastiche del polietilene in quanto abbassando la pressione interna della condotta la contrazione della tubazione mantiene la pressione ad un livello stabile per un breve periodo.

Gli elementi necessari per il collaudo sono: unità di prova idraulica composta da motopompa, vasca di stoccaggio liquido da integrare, valvole di sfiato e di regolazione, registratore di pressione, manometro di precisione, termometro, contaltri o serbatoio di recupero graduato per la rilevazione del volume scaricato (suddivisione $\leq 5\%$ del volume richiesto).

Le tubazioni dovranno essere coperte in tutta l'estensione di collaudo per non far loro superare la temperatura massima 20°C.

Prova preliminare

Le operazioni da effettuarsi per la prova preliminare sono:

Riempire lo condotta con acqua avente temperatura inferiore a 20°C ad una velocità superiore a 1 m/s sfiatandola e traboccandola per evitare sacche d'aria. Chiudere lo valvola di alimentazione dell'acqua e lasciare assestare lo condotta per almeno 1 h (fase di assestamento).

Mettere in pressione lo condotta alla pressione di collaudo PColi di 1,5 PN, non superando PN +5 bar, in un tempo massimo di 10 minuti

Mantenere lo PColl per 30 minuti ripristinando lo caduta di pressione al valore PColl (fase di mantenimento).

Controllare nella successiva ora (fase di dilatazione) le variazioni di pressione rispetto alla PColl che non dovranno essere superiori al 30%. Se lo caduta di pressione è superiore al 30% si interrompe lo prova, si eliminano le cause delle perdite, e dopo un riposo delle tubature di almeno un' ora, si riprende il collaudo. È necessario il superamento di questa prova per eseguire lo prova principale.

Prova principale

A seguito della prova preliminare eseguita con esito positivo, si procede alla diminuzione di pressione (PAbb); per i successivi 30 minuti si dovrà controllare l'andamento della pressione (si può estendere fino a 1.5 ore per ottenere una valutazione più sicura dei risultati).

Se il valore di caduta di pressione rilevata dopo 30 minuti è $\leq 0,25$ bar rispetto al valore massimo rilevato in questa fase, si procede al controllo di verifica del risultato prendendo in considerazione il volume dell'acqua scaricato durante lo riduzione di pressione.

Se lo quantità del liquido è inferiore a quello calcolato il collaudo è positivo; se invece è superiore, lo prova dovrà essere ripetuta.

Art. 65. Collaudo idraulico per tubazioni corrugate

Come previsto nel progetto di norma prEN 13476-1, il sistema tubazione corrugata - manicotto è garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di - 0,3 bar alla temperatura di 23°C.

Tali condizioni vengono garantite anche nel caso in cui si abbia una deflessione diametrale (pari al 10% del tubo e al 5% del manicotto) o una deflessione angolare del sistema (variabile, secondo il diametro, da 2° a 1°).

Il collaudo idraulico viene effettuato con la chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o con pompa da collaudo a 0,5 bar.

Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati; si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi (norma UNI EN 1610:1999 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura").

La norma prevede la possibilità di eseguire il collaudo con due diversi metodi:

- prova ad acqua (metodo "W");
- prova ad aria (metodo "L"), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD).

I valori di riferimento per la pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo sono riportati nel prospetto 3 in riferimento a "tubi in calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali" delle norma UNI EN 1610.

È consigliabile eseguire la prova di tenuta ad aria, essendo questa più rapida per motivi logistici rispetto a quella ad acqua.

Metodo ad aria

Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo, consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rilevatore con diagramma.

La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento d'aria nella condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo.

La prova di collaudo è suddivisa nelle seguenti fasi:

caricamento dell'aria nella condotta ad una pressione di 0,5 bar;

raggiungimento della pressione di collaudo di circa 0,3 bar nella condotta; · assestamento del sistema per un periodo di circa 5 minuti;

inizio del collaudo ad una pressione stabilizzata di 0,3 bar;

verifica della perdita di pressione dopo un tempo prestabilito di 15 minuti.

La prova è da ritenersi positiva se il decadimento della pressione è inferiore del 10% rispetto alla pressione iniziale.

Art. 66. Tubazioni e pezzi speciali

I raccordi e le valvole dovranno essere compatibili con le tubazioni scelte e comunque dovranno sempre essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

I sistemi di giunzione scelti dall'Impresa dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

In corrispondenza dei punti d'incontro delle tubazioni vengono realizzati dei pozzetti prefabbricati in cemento come da elaborati di progetto.

CAPO XIII. GEOSINTETICI

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità e i certificati di prova dei rotoli approvvigionati, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato. Tale documentazione insieme ad un campione del materiale verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geosintetici. La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo, di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geosintetici, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura. L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale. Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche. Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV. Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geosintetico, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

Art. 67. Geotessili

GEOTESSILE TESSUTO. I geotessili tessuti sono strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche: fili di ordito (paralleli al senso di produzione) e fili di trama (perpendicolari ai primi), che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra e alla tipologia di tessitura, possono essere suddivisi in geotessili tessuti monofilamento, geotessili tessuti a "bandelette" (nastri appiattiti) e geotessili tessuti DOS.

GEOTESSILE NON TESSUTO. I geotessili non tessuti sono strutture piane composte da fibre sintetiche disposte casualmente e coesionate con metodi meccanici o termici. In relazione alla lunghezza delle fibre, i geotessili nontessuti agugliati possono essere a filamento continuo oppure a fibra corta ("fiocco"). Inoltre devono essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti; ·

- inattaccabili da microrganismi insetti e roditori;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- stabili agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti. Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

Art. 68. Protezione degli strati drenanti

Onde impedire la contaminazione degli strati drenanti dovranno essere posti in opera due strati di geotessile nelle posizioni indicate in progetto aventi le seguenti caratteristiche minime:

CARATTERISTICHE			NORME DI RIFERIMENTO
Proprietà meccaniche			
Resistenza nominale a trazione	KN/m	40	EN-ISO 10319
Allungamento alla resistenza nominale a trazione	%	16	EN-ISO 10319
In direzione ortogonale			
Resistenza nominale a trazione	KN/m	40	EN-ISO 10319
Allungamento alla resistenza nominale a trazione	%	12,5	EN-ISO 10319
Resistenza al punzonamento statico (CBR)			
Forza perforante	KN	5,5	EN-ISO 12236
Resistenza punzonamento dinamico (Cone drop)	mm	10	EN 918
Proprietà idrauliche e filtrazione			
Permeabilità all'acqua	m/s	0,014	EN-ISO 11058
Apertura caratteristica dei pori	micron	240	EN-ISO 12956
Durabilità			
Resistenza agli agenti atmosferici	%	>80	ENV 12224
Resistenza all'ossidazione	%	>50	ENV ISO 13438
Resistenza al degrado microbiologico	%	100	ENV 12225
Proprietà fisiche			
Massa per unità di area	g/mq	200	EN 965

Art. 69. Posa in opera del materiale

Manutenzione delle superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

Posizionamento dei teli in opera

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti. Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

Verbale di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera. L'Impresa deve organizzare le operazioni di posa dei teli in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori, che limitatamente a queste attività, può essere prorogata dalla Direzione Lavori in base alle esigenze di coltivazione. I teli devono essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza del fondo. Le giunzioni tra i teli devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti. Le giunzioni tra i teli devono essere cucite evitando fili o graffette metalliche ed assicurando, con i certificati necessari, che gli eventuali prodotti utilizzati per le suddette operazioni non siano in alcun modo dannosi per i teli sia durante le fasi costruttive che di esercizio dell'impianto. L'Impresa deve inoltre assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

L'Impresa deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni al telo, ai tubi di drenaggio e ai drenaggi, assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Impresa deve informare tempestivamente la Direzione Lavori indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la Direzione Lavori avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Impresa deve procedere alle riparazioni. Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la Direzione Lavori deve approvare per iscritto il lavoro eseguito. I teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

Controlli in corso d'opera

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve controllata mediante lo verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore. Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità del geotessile.

Controlli sulla posa dei teli

Durante lo posa del geotessile, deve essere verificata lo rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco lo numerazione e lo disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti). La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità dei teli, e lo disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza. Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche richieste viene prelevato un campione per ogni tipo di geotessile impiegato e per ogni 10.000 m² di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (UNI EN 965);
- spessore (a 2kPa) (UNI EN 964-1);
- resistenza al punzonamento statico(UNI EN ISO 12236).

Non ci sono particolari criteri di controllo sulle giunture tra i teli adiacenti. tuttavia si sottolinea che le cuciture non dovrebbero presentare fili o graffette in metallo. Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

Art. 70. Geomembrane in HDPE

Caratteristiche generali

La geomembrana omogenea in HDPE (Polietilene ad Alta Densità), che viene impiegata per l'impermeabilizzazione del capping superficiale dell'area in oggetto, deve rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche: Telo impermeabile costituito da una geomembrana in polietilene ad alta densità di spessore nominale pari a 2 mm fornita in rotoli di larghezza non inferiore a 6,0 metri.

Il manto sintetico impermeabile dovrà possedere i seguenti requisiti minimi :

Requisiti minimi del prodotto

CARATTERISTICHE	NORME	VALORI
COMPOSIZIONE DELL'HDPE:		
Polimero base (vergine, non rigenerato)	UNI 10358	≥ 97%
Nerofumo (contenuto)	ASTM D 4218 / UNI 9556	≥ 2%
CARATTERISTICHE FISICO – MECCANICHE		

CARATTERISTICHE	NORME	VALORI
Densità	ASTM D1505 /UNI 7092/A	0,940 g/cm ³
Spessore del manto	EN 1849-2 / UNI 8202/6	≥ 2,0 mm (LISCIO)
Tolleranza spessore	UNI 8202/6	± 10%
Resistenza a snervamento	EN ISO 527 -V / UNI 8208/8	≥ 15 N/mm ²
Allungamento a snervamento	EN ISO 527 -V / UNI 8202/8	≥ 9%
Carico di rottura	UNI 8202/8	≥ 26 N/mm ² (LISCIO)
Allungamento alla rottura	EN ISO 527 -V / UNI 8202/8	≥ 700% (LISCIO)
Resistenza alla lacerazione ISO 34/1 / UNI 8202/9 ≥ 130 N/mm (con ritaglio)		
Flessibilità a freddo	UNI 8202/15	≤ - 40° C
(senza fessurazioni)	con mandrino	≥ 3 mm
Resistenza al punzonamento statico	EN ISO 12236	> 6 KN
Resistenza al punzonamento dinamico	UNI 8202/12 (metodo A)	PD4
Stress cracking (fessurazione sotto tensione)	ASTM D1693	≥ 2000 h.
Stabilità dimensionale(1h/120°C)	UNI 8202/17	≤ 2% long. e trasv.
Larghezza teli		≥ 6 m

Ogni rotolo fornito dovrà essere testato risultandone i valori delle voci di seguito indicate certificati dalla ditta fornitrice:

- nome del produttore;
- il tipo di prodotto, il numero di matricola del rotolo ed il lotto di produzione;
- la tensione di snervamento e di rottura (ASTM D 638/IV o EN ISO 527-V);
- la deformazione a rottura (ASTM D 638/IV o EN ISO 527-V);
- la resistenza allo strappo (ASTM D 1004/C o ISO 34/1)
- la resistenza al punzonamento (EN ISO 12236)

Inoltre deve essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nell'area;
- resistente alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabile da microrganismi insetti e roditori;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UVE agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti. Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001 :2000.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI 9556:1990 "Materie plastiche. Materiali a base di poliolefine. Determinazione del contenuto di nero di carbonio (carbon black) per pirolisi";

- UNI EN 1849-2:2002 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione dello spessore e della massa areica. Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture";
- UNI EN ISO 1183-3:2001 "Materie plastiche. Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari -Metodo del picnometro a gas";
- UNI EN 12311-2:2002 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Determinazione delle proprietà a trazione -Membrane di gomma e di materiale plastico per l'impermeabilizzazione di coperture";
- UNI EN ISO 12236: 1999 "Geotessili e prodotti affini -Prova di punzonamento statico (metodo CBR)"; UNI EN ISO 10320:2002 "Geotessili e prodotti affini -Identificazione in sito";

Controlli di qualità in fabbrica

La geomembrana in HDPE deve essere priva di fori, rigonfiamenti, impurità o qualsiasi segno di contaminazione dovuto ad agenti esterni. Qualsiasi eventuale difetto deve essere riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal Produttore, previo benestare della Direzione Lavori; altrimenti si deve procedere all'eliminazione della parte difettosa. Ogni rotolo deve essere etichettato sulla testa del tamburo di avvolgimento con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie ben visibile attribuito dal Produttore.

Tutti i componenti vergini che concorrono a formare il materiale della geomembrana devono essere campionati all'arrivo in fabbrica per assicurarne la rispondenza alle specifiche. Tale campionamento comprende un prelievo della parte alta ed uno della parte bassa da ogni contenitore. Vanno eseguite prove per determinare la densità e l'indice di fluidità; inoltre si deve effettuare un'ispezione visiva per individuare eventuali contaminanti. Il prodotto viene campionato almeno due volte per ogni turno di lavoro. I campioni vanno prelevati anche se non possono essere immediatamente sottoposti a prova. Di norma il campionamento viene effettuato dal personale del Produttore, anche se in qualsiasi momento deve essere garantita alla Direzione Lavori la possibilità di prelevare campioni a proprio piacimento. I campioni prelevati del materiale in produzione devono essere sottoposti a prove per assicurare la rispondenza alle specifiche. Il laboratorio del Produttore deve fornire giornalmente un certificato di controllo qualità riferito alla produzione della giornata. Copia dei certificati devono essere inviati alla Direzione Lavori. Devono essere effettuate ispezioni visive del telo per controllare l'assenza di porosità, piccoli fori o altri difetti visibili.

Materiale di saldatura

Tutto il materiale di saldatura deve essere del tipo consigliato e fornito dal Produttore e deve essere recapitato in cantiere entro gli originali contenitori, chiusi ognuno con etichetta che riporti la marca, il numero di serie del Produttore, le modalità di conservazione ed immagazzinamento. La composizione del materiale estruso deve essere identica a quella della geomembrana.

Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

Referenze del produttore

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per scariche di rifiuti ed è l'unica e la sola responsabile del prodotto approvvigionato. Tale documentazione insieme ad un campione del materiale deve essere sottoposto alla D.L. per accettazione.

Referenze del posatore dei teli

L'impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente i dettagli di proprie precedenti esperienze nella posa di geomembrane in HDPE insieme ai nominativi e "Curriculum Vita e" del personale qualificato che intende proporre per l'installazione dei teli. Tale personale deve essere autorizzato dal Produttore alla posa di detto prodotto, e deve impiegare le attrezzature ed i sistemi di saldatura normalmente utilizzate dal Produttore stesso. Inoltre tutte le macchine saldatrici che verranno impiegate in cantiere devono essere dotate delle apposite certificazioni di conformità e di collaudo.

Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione della geomembrana in HDPE. La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio, l'installazione e la saldatura dei teli in HDPE, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura. Il Produttore della geomembrana in HDPE deve fornire inoltre complete istruzioni scritte sulle modalità di ripristino del materiale.

L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio siano tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale. Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche. Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente, previa richiesta dell'Impresa e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV. Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche della geomembrana in HDPE, al fine di controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti.

Manutenzione della superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

Posizionamento dei teli in opera

Prima dell'inizio di tutti i lavori, l'appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori il piano di posa nel quale deve essere indicata la disposizione di tutti i teli ed il programma di posizionamento degli stessi. Durante la posa del manto, l'appaltatore dovrà riportare la successione della disposizione dei singoli fogli, individuati dal numero di matricola del rotolo, nonché delle saldature effettuate.

Inoltre, sullo stesso piano di posa, dovranno essere riportati i punti, la data ed i risultati dei collaudi. Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti e saldati al più presto. Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C. L'Impresa deve fornire dettagli delle misure adottate per ovviare all'effetto della pioggia durante le operazioni di giunzione, per assicurare che l'area del giunto sia mantenuta pulita ed asciutta in ogni momento. Le operazioni di saldatura dei teli non possono essere effettuate se la temperatura di contatto misurata sulla superficie dei teli è superiore a +30°C.

Verbali di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

Controlli in corso d'opera

Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve essere controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore. Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia liscio e totalmente privo di ristagni di acque meteoriche o di qualsiasi materiale potenzialmente dannoso per l'integrità della geomembrana.

Controlli sulla posa dei teli

Durante la posa della geomembrana in HDPE, deve essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti a cura dell'impresa).

La disposizione dei teli deve soddisfare alcuni requisiti che riguardano il numero e la geometria delle giunzioni; in particolare si deve minimizzare il numero delle giunture, poiché rappresentano le linee di debolezza dell'intero sistema di impermeabilizzazione. La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 30 cm, garantendo così la continuità della geomembrana, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza. Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche richieste, viene prelevato un campione di geomembrana in HDPE ogni 10.000 m² di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- sforzo a rottura (norma UNI EN 12311-2);
- deformazione a rottura (norma UNI EN 12311-2);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

Controlli sulla saldatura dei teli

Poiché la saldatura dei teli è un'operazione delicata da cui può dipendere l'efficienza dell'intero sistema di impermeabilizzazione, essa deve essere realizzata da personale qualificato e con l'impiego di accessori e tecniche specifiche, secondo quanto richiesto dalla norma UNI 10567 "Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate. Criteri generali per la saldatura ed il controllo della qualità dei giunti saldati". Il posatore deve esercitare la massima cura nella preparazione delle aree da saldare. La superficie di contatto delle saldature sarà ripulita con mola abrasiva e preparata secondo le procedure indicate dal Produttore. Le saldature dovranno essere realizzate secondo le norme UNI 10567 1996, eseguite da specialisti qualificati con PATENTINO rilasciato dall'Istituto italiano della saldatura di Genova o da enti equivalenti dell'Unione Europea.

La saldatura dei teli può essere eseguita in due modi:

- a doppia pista con cuneo caldo;
- ad estrusione interposta a facce parallele.

Per le finiture (angoli, zone in cui non si può ricorrere alla saldatura a doppia pista) e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta, previa approvazione della Direzione Lavori. Non saranno permesse discontinuità o distacchi parziali del bordo del telo superiore rispetto a quello inferiore. Ove tale difetto dovesse verificarsi, il materiale verrà smerigliato e saldato nuovamente. Qualsiasi punto del telo che si presenti danneggiato per abrasione, punzonamento o per qualsiasi altra manomissione verrà sostituito o riparato con un altro pezzo di telo.

Saldatura a doppia pista con cuneo caldo

Consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo i lembi sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione. Il giunto deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura non inferiore a 40 mm;
- larghezza del canale di pista non inferiore a 13 mm;
- larghezza di ciascuna pista non inferiore a 13 mm.

La saldatura dei teli dovrà avvenire in conformità alle UNI 28004690 del Luglio 1994 "Membrane in polietilene per l' impermeabilizzazione di discariche controllate: Criteri generali per la saldatura ed il controllo di qualità dei giunti saldati" ed alla norma UNI 10567. Questo tipo di saldatura si realizza per sovrapposizione di due teli che verranno giuntati da un'attrezzatura movente a cuneo caldo. La macchina di saldatura si sposta automaticamente sulla testata del giunto tramite rulli di pressione che spingeranno un cuneo su cui scorrono i teli da saldare. Il cuneo riscaldato da resistenze termostate raggiungerà la temperatura più idonea per la fusione dei lembi che, in rapporto anche alla pressione esercitata dai rulli (circa 30 kg) ed alla durata del contatto, si salderanno fra loro. Poichè i rulli ed il cuneo si muovono secondo le direttrici di una doppia pista parallela, all'interno dei lembi saldati viene a crearsi un canale in cui gli stessi sono solo sovrapposti e che può essere successivamente utilizzato per testare la continuità e la tenuta della saldatura. Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

Saldatura ad estrusione interposta a facce parallele

(da utilizzarsi esclusivamente per riparazioni, raccordi, pareti verticali etc.);

Questo tipo di saldatura si realizza a mezzo estrusione di un cordone dello stesso poli mero tra i lembi da saldare, previo riscaldamento degli stessi con aria surriscaldata. Un piccolo estrusore portatile consente la fusione di un cordone di PE della stessa natura di quello da saldare e lo deposita sotto pressione nella zona di saldatura opportunamente preriscaldata mediante aria ad alta temperatura. La composizione del materiale estruso sarà identica a quella del telo. Il cordone da saldatura deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura: 40 mm;
- spessore: 1 mm.

L'attrezzatura da saldatura impiegata deve essere in grado di controllare in modo continuo le temperature e le pressioni nella zona di contatto, cioè dove la macchina sta effettivamente fondendo il materiale del telo, in modo da assicurare che cambiamenti nelle condizioni ambientali non influenzino l'integrità della saldatura. Per le finiture e le eventuali riparazioni in corso d'opera, si dovrà ricorrere alla saldatura ad estrusione sovrapposta, previa approvazione della Direzione Lavori. In questo caso si eseguirà dapprima una saldatura discontinua per termofusione ad aria calda dei due lembi sovrapposti e pressati con apposito rullo. Successivamente il cordone di PE estruso, con le modalità sopra descritte, verrà depositato ed opportunamente pressato sulla faccia superiore dei due teli congiunti. Per facilitare l'adesione del cordone estruso, con questa tecnica si dovrà smussare a meno di 45° il lembo del foglio superiore che verrà molato sulle due facce e si

raddoppierà la larghezza della molatura del foglio inferiore. Tutte le saldature così ottenute verranno collaudate, sia con prove distruttive su campioni significativi, sia mediante prove non distruttive eseguite in loco.

Saldature campione

Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m verrà eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere. La saldatura campione verrà etichettata con la data, la temperatura ambiente ed il numero di matricola della macchina saldatrice. I provini della saldatura verranno sottoposti a prove distruttive e nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo.

Controllo qualità delle saldature effettuate in cantiere

L'affidabilità delle giunture deve essere controllata attraverso l'esecuzione delle seguenti prove (norme UNI10567):

- prove non distruttive: n.1 per ciascuna giuntura:
- prove distruttive: n.1 ogni 300 m lineari di saldatura:
- prove distruttive su giunti di controllo: n.1 per ogni saldatrice per ogni giornata di lavoro.

Il posatore deve fornire e mantenere in cantiere le attrezzature necessarie per il controllo distruttivo di tutte le saldature.

Prove non distruttive Tutte le saldature (100% delle giunzioni) devono essere provate in cantiere utilizzando:

- per saldature a doppia pista: prove di insufflazione di aria compressa nel canale tra i due lembi alle seguenti pressioni dipendenti dalla temperatura del telo:

temperatura manto °C	pressione in bar
da + 5 a + 20	5
da + 20 a + 35	4
da + 35 a + 50	3

La pressione d'aria viene mantenuta per 10 minuti ammettendo una caduta massima di pressione del 20%. La pressione va misurata con un manometro montato all'estremità del canale opposta a quella d'ingresso dell'aria compressa.

- per saldature per estrusione: attrezzature ad ultrasuoni.

In tutti i punti dove non fosse possibile effettuare la verifica con ultrasuoni, le saldature saranno verificate come ritiene opportuno la Direzione Lavori. Un tecnico esperto di controllo qualità, indicato dal Posatore, deve ispezionare visualmente ogni giunto man mano che viene realizzato. Qualsiasi area che apparisse difettosa deve essere segnata, registrata e riparata secondo le istruzioni del Produttore.

Saldature a doppia pista

Il collaudo delle saldature a doppia pista si esegue insufflando aria compressa nel canale creato tra i due lembi saldati. In particolare, si muniscono i due terminali della linea saldata di bocchettoni a

tenuta e si verifica l'effettivo passaggio dell'aria per tutta la lunghezza del canale. Il collaudo vero e proprio consiste nel verificare che l'aria compressa, immessa ad una pressione non inferiore a 4 atm non manifesti, dopo 15 minuti, un calo superiore al 15% del valore iniziale stabilizzato

Saldature per estrusione

Le giunzioni con cordone estruso interposto realizzano una struttura omogenea a facce parallele e possono essere collaudate con ultrasuoni. Il collaudo delle saldature per estrusione si esegue impiegando un rilevatore di ultrasuoni, costituito da una sonda emittente -ricevente che, dopo opportuna taratura, permette di misurare lo spessore della saldatura, evidenziandone eventuali discontinuità (variazione dello spessore del cordone interposto, bolle d'aria, eterogeneità del materiale).

Il sistema trova limitazioni per le difficoltà di applicazione in condizioni ambientali non sempre idonee all'utilizzo dello strumento.

Le giunzioni con cordone estruso sovrapposto non collaudabili con ultrasuoni, possono essere controllate a vista, forzando una punta metallica lungo tutta la lunghezza del cordone oppure con altro modo ritenuto opportuno dalla Direzione Lavori. In alternativa, si può utilizzare una campana a vuoto posta sopra la linea di saldatura previamente trattata con soluzione di sapone. Si aspira l'aria della campana fino a circa 0,06 MPa ed in caso di perdite, si osserva la formazione di bolle.

Prove distruttive

Una saldatura di prova di lunghezza pari a 1 m deve essere eseguita all'inizio di ogni giorno lavorativo da ciascuna delle saldatrici operanti in cantiere; altre saldature di prova possono essere eseguite su richiesta dalla Direzione Lavori. La saldatura campione deve essere etichettata con data, temperatura ambiente ed numero di matricola della macchina saldatrice.

I provini della saldatura (larghezza 6+10 cm) devono essere sottoposti a due prove distinte:

- prova di trazione delle giunzioni (norma UNI 8202/30);
- prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567);

e nessuna saldatrice può iniziare il lavoro sino a che la saldatura campione non sia stata approvata con esito positivo. Le saldature devono essere più robuste del materiale. Il campione di saldatura viene conservato per successive prove di laboratorio secondo quanto prescritto dai relativi standards. Una volta che la geomembrana è stata messa in opera, si prelevano campioni di saldature di teli già saldati con frequenza pari a quella riportata all'inizio del presente Paragrafo, da sottoporre alle seguenti prove:

- prova di trazione delle giunzioni (norma UNI 8202/30);
- prova di sfogliamento o "peeling" (norma UNI 10567).

Tutte le prove devono essere eseguite in presenza della Direzione Lavori.

Prova di trazione delle giunture Campioni tagliati con saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo la saldatura in una configurazione a "trazione". Questo significa che il telo superiore viene sottoposto a sforzo rispetto a quello inferiore secondo una direzione che lo allontana dalla saldatura. Il test risulta positivo quando si ha rottura del telo superiore o inferiore, senza il distacco dalla saldatura; risulta invece negativo quando si ha rottura della saldatura.

Prova di sfoqliamento o “peeling” Campioni tagliati con lo saldatura posta al centro, vanno provati sottoponendo a sforzo il telo superiore rispetto al bordo sovrapposto di quello inferiore tentando di spellare lo saldatura.

Il test risulta positivo quando si rompe il telo; risulta invece negativo quando lo saldatura si sfoglia. In caso si verificassero prove con esito negativo, deve essere eseguito un rigoroso esame di tutta la lunghezza della saldatura già completata partendo dalla posizione della precedente saldatura provata con esito positivo; qualsiasi giunzione difettosa deve essere riparata seguendo le istruzioni del Produttore.

Prima di procedere alle successive saldature deve essere presentata alla Direzione Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura. In caso si verificassero prove con esito negativo, deve essere eseguito un rigoroso esame di tutta la lunghezza della saldatura già completata partendo dalla posizione della precedente saldatura provata con esito positivo; qualsiasi giunzione difettosa deve essere riparata seguendo le istruzioni del Produttore. Prima di procedere alle successive saldature deve essere presentata alla Direzione Lavori una relazione che ponga in evidenza le ragioni del difetto della saldatura.

CAPO XIV. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO ACQUE DI FALDA

Art. 71. Generalità impianti di sollevamento

Le apparecchiature degli impianti di sollevamento delle acque di falda e di drenaggio sono elettropompe sommergibili di piccola e media portata corredate dai relativi accessori elettrici ed idraulici. Le caratteristiche delle apparecchiature dovranno essere adeguate a quanto indicato nella seguenti tabelle e verificato nelle successive fasi progettuali.

impianti di sollevamento

Sistema di Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MiSPT A												
Dimensionamento della stazione di sollevamento	Stazione di sollevamento			Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8	Sa9	Sa10	Sa11	Se5	Se7
	Portata in arrivo	Q	[l/s]	4.79	9.57	14.36	18.40	22.91	27.43	31.94	33.66	33.66	33.66	33.66	33.66	33.66
			[m ³ /h]	17.23	34.46	51.69	66.24	82.49	98.74	114.99	121.19	121.19	121.19	121.19	121.19	121.19
	Numero di attacchi della pompa (massimo 8)		---	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Tempo di accumulo nella stazione di sollevamento	T	[min]	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.57	8.57	8.57	8.57	8.57
	Volume della stazione di sollevamento (di calcolo)	Vol _{calcolo}	[m ³]	2.46	4.92	7.38	9.46	11.78	14.11	16.43	17.31	17.31	17.31	17.31	17.31	17.31
	Volume della stazione di sollevamento (prefabbricata)	Vol	[m ³]	3.0	6.0	7.5	11.0	13.0	15.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	- lunghezza	a	[m]	1.25	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
	- altezza	b	[m]	1.8	1.8	2.2	3.2	3.7	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
	- altezza *(altezza utile, a meno delle prolunghe per tot 1,5 m)	h	[m]	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Dimensionamento condotte mandate	Portata da sollevare (per ciascuna pompa)	Q	[l/s]	7.18	14.36	21.54	27.60	34.37	41.14	47.91	50.49	50.49	50.49	50.49	50.49	50.49
			[m ³ /h]	25.84	51.69	77.53	99.36	123.73	148.11	172.48	181.78	181.78	181.78	181.78	181.78	181.78
	Tempo effettivo di svuotamento della stazione	Tf	[min]	8.55	8.55	7.12	8.15	7.74	7.46	7.71	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31
	Materiale della condotta			* Pead PE100TS PFA10												
	Scabrezza assoluta	ε	[mm]	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Stazione di sollevamento di partenza	S n.		Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8	Sa9	Sa10	Sa11	Se5	Se7
	Stazione di sollevamento di arrivo	S n.		Sa2	Sa3	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8	Sa9	Sa10	Sa11	Se5	Se7	TAF
	Lunghezza condotta	L _{mandata}	[m]	138.8	149.0	514.5	145.7	123.7	197.0	722.0	660.0	405.0	389.0	1968.0	928.0	536.0
	Diametro esterno (nominale)	De	[mm]	90	125	140	160	180	200	225	225	225	225	225	225	225
	Diametro interno (di calcolo)	Di	[mm]	79.2	110.2	123.4	141	158.6	176.2	198.2	198.2	198.2	198.2	198.2	198.2	198.2
Calcolo delle perdite di carico in condotta:	Velocità in condotta (0.7-2.3 m/s da UNI EN 12056-4)	V	[m/s]	0.97	0.00	1.20	1.18	1.16	1.12	1.04	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
	Cadente (formula di Darcy)	J	[m/m]	0.012	0.009	0.011	0.009	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	Calcolo lunghezza tubazione equivalente per DN	DN	[mm]	100	125	150	150	200	200	225	225	225	225	225	225	225
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 45°	L ₄₅	[m]	1.2	1.5	2.1	2.1	2.7	2.7	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 90°	L ₉₀	[m]	3	3.6	4.2	4.2	5.4	5.4	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
	- lunghezza tubazione equivalente per saracinesca	L _{SAR}	[m]	0.6	0.3	0.9	0.9	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	- lunghezza tubazione equivalente per valvola di ritegno	L _{VALV}	[m]	6.6	8.3	10.4	10.4	13.5	13.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5
	- totale lunghezza tubazione equivalente x percorso	L _{TOT}	[m]	15.6	18.8	23.9	23.9	30.9	30.9	37.6	37.8	37.8	37.8	37.8	37.8	37.8
	Perdite di carico localizzate	J _{LOC}	[m]	0.19	0.16	0.25	0.21	0.22	0.19	0.26	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
	Perdite di carico distribuite	J _{DIST}	[m]	1.70	1.29	5.41	1.26	0.90	1.19	3.26	3.28	2.01	1.93	9.78	4.61	2.66
	Perdite di carico totali	J	[m]	1.89	1.46	5.66	1.47	1.12	1.38	3.52	3.47	2.20	2.12	9.97	4.80	2.85
Calcolo potenza elettropompa sommergibile	quota terreno stazione di partenza	Qpc p	[m s.l.m.]	7.85	6.05	4.85	4.85	3.55	2.40	2.45	4.70	2.80	4.00	4.20	8.00	9.00
	quota terreno stazione di arrivo	Qpc a	[m s.l.m.]	6.05	4.85	4.85	3.55	2.40	2.45	4.70	2.80	4.00	4.20	8.00	9.00	14.00
	livello iniziale (stazione di partenza)	H p	[m s.l.m.]	4.85	2.55	1.35	1.35	0.05	-1.10	-1.55	0.70	-1.20	0.00	0.20	4.00	5.00
	livello finale (stazione di arrivo)	H a	[m s.l.m.]	4.65	3.45	3.45	2.15	1.00	1.05	3.30	1.40	2.60	2.80	6.60	7.60	12.60
	Prevalenza totale, di cui:	H	[m]	1.69	5.31	9.51	4.02	2.52	2.83	7.22	5.27	5.20	5.32	16.97	12.80	15.85
	- prevalenza geometrica	Hg	[m]	-0.20	3.85	3.85	2.55	1.40	1.45	3.70	1.80	3.00	3.20	7.00	8.00	13.00
	- perdite carico totali	Hp	[m]	1.89	1.46	5.66	1.47	1.12	1.38	3.52	3.47	2.20	2.12	9.97	4.80	2.85
	tipo di condotta (g=gravità; s=sollevamento)			s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	Rendimento della pompa (ipotizzato)	η	---	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	Potenza della pompa	kW	[kW]	0.13	0.83	2.23	1.21	0.94	1.27	3.77	2.90	2.86	2.93	9.33	7.04	8.72

Sistema di Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MISPT F	MISPT B+F											
Dimensionamento della stazione di sollevamento	Stazione di sollevamento			Sf1	Sb1	Sb2	Sb3	Sb4	Sb5	Sb6	Sb7	Sb8	Sb9	Sb10	Sc4	Sc6
	Portata in arrivo	Q	[l/s]	4.20	5.67	7.14	8.60	9.70	10.80	11.90	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01	13.01
			[m³/h]	15.12	20.40	25.69	30.97	34.93	38.90	42.86	46.82	46.82	46.82	46.82	46.82	46.82
	Numero di attacchi della pompa (massimo 8)		---	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Tempo di accumulo nella stazione di sollevamento	T	[min]	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	Volume della stazione di sollevamento (di calcolo)	Vol _{calcolo}	[m³]	2.16	2.91	3.67	4.42	4.99	5.56	6.12	6.69	6.69	6.69	6.69	6.69	6.69
	Volume della stazione di sollevamento (prefabbricata)			2.0	3.0	4.5	4.5	6.0	6.0	6.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	- larghezza	a	[m]	1.25	1.25	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
	- lunghezza	b	[m]	1.3	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	- altezza *(altezza utile, a meno delle prolunghe per tot 1,5 m)	h	[m]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Dimensionamento condotte mandata	Portata da sollevare (per ciascuna pompa)	Q	[l/s]	6.30	8.50	10.70	12.90	14.56	16.21	17.86	19.51	19.51	19.51	19.51	19.51	19.51
			[m³/h]	22.68	30.61	38.53	46.46	52.40	58.34	64.29	70.23	70.23	70.23	70.23	70.23	70.23
	Tempo effettivo di svuotamento della stazione	Tf	[min]	6.49	7.22	8.60	7.13	8.43	7.57	6.87	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86	7.86
	Materiale della condotta		*	Pead PE100TS PFA10												
	Scabrezza assoluta	ε	[mm]	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Stazione di sollevamento di partenza	S n.		Sf1	Sb1	Sb2	Sb3	Sb4	Sb5	Sb6	Sb7	Sb8	Sb9	Sb10	Sb10	Sb10
	Stazione di sollevamento di arrivo	S n.		Sb1	Sb2	Sb3	Sb4	Sb5	Sb6	Sb7	Sb8	Sb9	Sb10	Sc4	Sc6	TAF
	Lunghezza condotta	L _{mandata}	[m]	153.1	99.0	126.5	80.0	78.5	92.5	86.8	738.0	738.0	589.0	1968.0	1052.0	562.0
	Diametro esterno (nominale)	De	[mm]	75	90	90	110	125	125	140	140	140	140	140	140	140
	Diametro interno (di calcolo)	Di	[mm]	66	79.2	79.2	96.8	110.2	110.2	123.4	123.4	123.4	123.4	123.4	123.4	123.4
Calcolo delle perdite di carico in condotta:	Velocità in condotta (0.7-2.3 m/s da UNI EN 12056-4)	V	[m/s]	1.04	1.02	1.31	1.08	0.95	1.06	0.94	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
	Cadente (formula di Darcy)	J	[m/m]	0.017	0.013	0.021	0.012	0.008	0.010	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
	Calcolo lunghezza tubazione equivalente per DN	DN	[mm]	80	100	100	100	125	125	150	150	150	150	150	150	150
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 45°	L ₄₅	[m]	0.9	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 90°	L ₉₀	[m]	2.1	3	3	3	3.6	3.6	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
	- lunghezza tubazione equivalente per saracinesca	L _{SAR}	[m]	0.3	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	- lunghezza tubazione equivalente per valvola di ritegno	L _{VALV}	[m]	4.8	6.6	6.6	6.6	8.3	8.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	- totale lunghezza tubazione equivalente x percorso	L _{TOT}	[m]	11.1	15.6	15.6	15.6	18.8	18.8	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9	23.9
	Perdite di carico localizzate	J _{LOC}	[m]	0.19	0.21	0.33	0.18	0.15	0.18	0.16	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
	Perdite di carico distribuite	J _{DIST}	[m]	2.63	1.32	2.69	0.93	0.61	0.89	0.58	5.88	5.88	4.69	15.67	8.38	4.47
	Perdite di carico totali	J	[m]	2.82	1.52	3.03	1.11	0.76	1.07	0.74	6.07	6.07	4.88	15.86	8.57	4.66
Calcolo potenza elettropompa sommergibile	quota terreno stazione di partenza	Qpc p	[m s.l.m.]	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	4.00	12.90	12.00
	quota terreno stazione di arrivo	Qpc a	[m s.l.m.]	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80	4.00	12.90	14.00
	livello iniziale (stazione di partenza)	H p	[m s.l.m.]	0.80	0.80	0.80	0.80	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.50	9.40	8.50
	livello finale (stazione di arrivo)	H a	[m s.l.m.]	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.60	11.50	10.60	12.60
	Prevalenza totale, di cui:	H	[m]	5.62	4.32	5.83	3.91	3.56	3.87	3.54	8.87	8.87	7.88	27.76	19.57	17.66
	- prevalenza geometrica	Hg	[m]	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	3.00	11.90	11.00	13.00
	- perdite carico totali	Hp	[m]	2.82	1.52	3.03	1.11	0.76	1.07	0.74	6.07	6.07	4.88	15.86	8.57	4.66
	tipo di condotta (g=gravità; s=sollevamento)			s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
	Rendimento della pompa (ipotizzato)	η	---	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	Potenza della pompa	kW	[kW]	0.39	0.40	0.68	0.55	0.56	0.68	0.69	1.88	1.88	1.67	5.90	4.16	3.75

Sistema di Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MiSPT C			
Dimensionamento della stazione di sollevamento	Stazione di sollevamento			Sc1	Sc2	Sc3	Sc5
	Portata in arrivo	Q	[l/s]	3.18	7.95	9.66	9.66
			[m³/h]	11.45	28.62	34.78	34.78
	Numero di attacchi della pompa (massimo 8)		---	7	7	7	7
	Volume della stazione di sollevamento (di calcolo)	Vol _{calcolo}	[m³]	1.64	4.09	4.97	4.97
	Volume della stazione di sollevamento (prefabbricata)	Vol	[m³]	2.0	4.5	6.0	6.0
	- larghezza	a	[m]	1.25	1.75	1.75	1.75
	- lunghezza	b	[m]	1.3	1.8	1.8	1.8
	- altezza *(altezza utile, a meno delle prolunghie per tot 1,5 m)	h	[m]	2.0	2.0	2.0	2.0
	Portata da sollevare (per ciascuna pompa)	Q	[l/s]	4.77	11.93	14.49	14.49
Dimensionamento condotte mandata			[m³/h]	17.17	42.93	52.16	52.16
	Tempo effettivo di svuotamento della stazione	Tf	[min]	8.58	7.72	8.47	8.47
	Materiale della condotta			* Pead PE100TS PFA16			
	Scabrezza assoluta	ε	[mm]	0.02	0.02	0.02	0.02
	Stazione di sollevamento di partenza	S n.		Sc1	Sc2	Sc3	Sc4
	Stazione di sollevamento di arrivo	S n.		Sc2	Sc3	Sc4	TAF
	Lunghezza condotta	L _{mandata}	[m]	316.0	768.0	1052.0	562.0
	Diametro esterno (nominale)	De	[mm]	75	110	140	140
	Diametro interno (di calcolo)	Di	[mm]	61.4	90	114.6	114.6
	Velocità in condotta (0,7-2,3 m/s da UNI EN 12056-4)	V	[m/s]	1.07	1.25	0.94	0.94
Calcolo delle perdite di carico in condotta:	Cadente (formula di Darcy)	J	[m/m]	0.020	0.017	0.007	0.007
	Calcolo lunghezza tubazione equivalente per DN	DN	[mm]	80	100	125	125
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 45°	L ₄₅	[m]	0.9	1.2	1.5	1.5
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 90°	L ₉₀	[m]	2.1	3	3.6	3.6
	- lunghezza tubazione equivalente per saracinesca	L _{SAR}	[m]	0.3	0.6	0.3	0.3
	- lunghezza tubazione equivalente per valvola di ritegno	L _{VALV}	[m]	4.8	6.6	8.3	8.3
	- totale lunghezza tubazione equivalente x percorso	L _{TOT}	[m]	11.1	15.6	18.8	18.8
	Perdite di carico localizzate	J _{LOC}	[m]	0.22	0.26	0.14	0.14
	Perdite di carico distribuite	J _{DIST}	[m]	6.35	12.75	7.67	4.09
	Perdite di carico totali	J	[m]	6.57	13.01	7.80	4.23
Calcolo potenza elettropompa sommergibile	quota terreno stazione di partenza	Qpc p	[m s.l.m.]	4.55	4.90	12.90	12.00
	quota terreno stazione di arrivo	Qpc a	[m s.l.m.]	4.90	12.90	12.00	14.00
	livello iniziale (stazione di partenza)	H p	[m s.l.m.]	1.55	1.90	9.90	9.00
	livello finale (stazione di arrivo)	H a	[m s.l.m.]	3.50	11.50	10.60	12.60
	Prevalenza totale, di cui:	H	[m]	8.52	24.91	18.80	17.23
	- prevalenza geometrica	Hg	[m]	1.95	11.90	11.00	13.00
	- perdite carico totali	Hp	[m]	6.57	13.01	7.80	4.23
	tipo di condotta (g=gravità; s=sollevamento)			s	s	s	s
	Rendimento della pompa (ipotizzato)	η	---	0.9	0.9	0.9	0.9
	Potenza della pompa	kW	[kW]	0.44	3.24	2.97	2.72

Sistema di Messa in Sicurezza e Pump & Treat				MiSPT D			MiSPT E			MiSPT D+E		
Dimensionamento della stazione di sollevamento	Stazione di sollevamento			Sd2	Sd1	Sd3	Se1	Se2	Se3	Sd4	Se4	Se6
	Portata in arrivo	Q	[l/s] [m³/h]	2.48	6.05	6.62	2.56	1.84	1.38	15.16	15.16	15.16
	Numero di attacchi della pompa (massimo 8)		---	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Volume della stazione di sollevamento (di calcolo)	Vol _{calcolo}	[m³]	1.28	3.11	3.40	1.32	0.95	0.71	7.80	7.80	7.80
	Volume della stazione di sollevamento (prefabbricata)	Vol	[m³]	2.0	4.5	4.5	2.0	2.0	2.0	11.0	11.0	11.0
	- larghezza	a	[m]	1.25	1.75	1.75	1.25	1.25	1.25	1.80	1.80	1.80
	- lunghezza	b	[m]	1.3	1.8	1.8	1.3	1.3	1.3	3.2	3.2	3.2
	- altezza *(altezza utile, a meno delle prolunghie per tot 1,5 m)	h	[m]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5
	Portata da sollevare (per ciascuna pompa)	Q	[l/s] [m³/h]	3.72	9.08	9.93	3.84	2.76	2.07	22.74	22.74	22.74
	Tempo effettivo di svuotamento della stazione	T _{tf}	[min]	11.00	10.14	9.27	10.65	14.82	19.76	9.89	9.89	9.89
Dimensionamento condotte mandata	Materiale della condotta			Pead PE100TS PFA16			Pead PE100TS PFA16			Pead PE100TS PFA16		
	Scabrezza assoluta	ε	[mm]	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	Stazione di sollevamento di partenza	S _n		Sd2	Sd1	Sd3	Se1	Se2	Se3	Sd4	Se4	Se6
	Stazione di sollevamento di arrivo	S _n		Sd1	Sd3	Sd4	Sd4	Sd4	Sd4	Se4	Se6	TAF
	Lunghezza condotta	L _{mandata}	[m]	105.0	316.0	385.0	224.0	115.0	171.0	387.0	928.0	536.0
	Diametro esterno (nominale)	De	[mm]	75	110	110	75	63	50	160	160	160
	Diametro interno (di calcolo)	Di	[mm]	61.4	90	90	61.4	51.4	40.8	130.8	130.8	130.8
Calcolo delle perdite di carico in condotta:	Velocità in condotta (0,7-2,3 m/s da UNI EN 12056-4)	V	[m/s]	0.84	0.95	1.04	0.86	0.89	1.06	1.13	1.13	1.13
	Cadente (formula di Darcy)	J	[m/m]	0.013	0.010	0.012	0.014	0.018	0.032	0.009	0.009	0.009
	Calcolo lunghezza tubazione equivalente per DN	DN	[mm]	80	100	100	80	65	50	150	150	150
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 45°	L ₄₅	[m]	0.9	1.2	1.2	0.9	0.9	0.6	2.1	2.1	2.1
	- lunghezza tubazione equivalente per curva a 90°	L ₉₀	[m]	2.1	3	3	2.1	1.8	1.5	4.2	4.2	4.2
	- lunghezza tubazione equivalente per saracinesca	L _{SAR}	[m]	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.9	0.9	0.9
	- lunghezza tubazione equivalente per valvola di ritegno	L _{VALV}	[m]	4.8	6.6	6.6	4.8	4.2	3.3	10.4	10.4	10.4
	- totale lunghezza tubazione equivalente x percorso	L _{TOT}	[m]	11.1	15.6	15.6	11.1	9.9	7.8	23.9	23.9	23.9
	Perdite di carico localizzate	J _{LOC}	[m]	0.14	0.16	0.19	0.15	0.17	0.25	0.21	0.21	0.21
	Perdite di carico distribuite	J _{DIST}	[m]	1.34	3.18	4.57	3.03	2.03	5.51	3.38	8.10	4.68
	Perdite di carico totali	J	[m]	1.48	3.34	4.75	3.18	2.20	5.76	3.59	8.31	4.89
	quota terreno stazione di partenza	Q _{pc p}	[m s.l.m.]	4.20	4.10	3.80	6.40	4.60	6.10	5.60	8.00	9.00
	quota terreno stazione di arrivo	Q _{pc a}	[m s.l.m.]	4.10	3.80	5.60	5.60	5.60	5.60	8.00	9.00	14.00
Calcolo potenza elettropompa sommersibile	livello iniziale (stazione di partenza)	H _p	[m s.l.m.]	1.20	1.10	0.80	3.40	1.60	3.10	2.10	4.50	5.50
	livello finale (stazione di arrivo)	H _a	[m s.l.m.]	2.70	2.40	4.20	4.20	4.20	4.20	6.60	7.60	12.60
	Prevalenza totale, di cui:	H	[m]	4.58	6.14	9.35	7.78	6.80	10.36	10.59	16.31	17.89
	- prevalenza geometrica	H _g	[m]	3.10	2.80	4.60	4.60	4.60	4.60	7.00	8.00	13.00
	- perdite carico totali	H _p	[m]	1.48	3.34	4.75	3.18	2.20	5.76	3.59	8.31	4.89
	tipo di condotta (g=gravità; s=sollevamento)			s	s	s	s	s	s	s	s	s
	Rendimento della pompa (ipotizzato)	η	---	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	Potenza della pompa	kW	[kW]	0.19	0.61	1.01	0.33	0.20	0.23	2.62	4.04	4.43

Poiché la portata rilanciata è via via maggiore, le pompe sommergibili delle stazioni di sollevamento sono di diversa potenza. La potenza delle pompe da installare dovrà essere adeguata alle potenze indicate nelle tabelle precedenti, con potenza massima installata pari a 8,7 kW

Le opere civili delle stazioni di sollevamento sono previste interrate e realizzate in calcestruzzo armato prefabbricato. La struttura è suddivisa in una camera di alloggiamento delle pompe e un pozzetto di alloggiamento delle apparecchiature, chiusi a livello del piano di campagna tramite chiusino in ghisa.

Art. 72. Elettropompe sommergibili

Le caratteristiche peculiari delle elettropompe sommergibili sono l'estrema compattezza, robustezza, maneggevolezza, la bassa rumorosità e le ridotte dimensioni di ingombro, sono costituite da un motore elettrico alloggiato in un vano a tenuta stagna, collegato mediante un albero di lunghezza ridotta ad una girante semi-aperta.

- Il motore elettrico è asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo, **protezione IP 68, isolato in classe H**. E' previsto per funzionamento continuo, con sovraccarico massimo del 10% e raffreddamento in ambiente a temperatura +40°C. Sono consentiti fino a 15

avviamenti ora. La protezione del motore è assicurata da tre microtermostati incorporati nello statore.

- **Il sistema di raffreddamento interno chiuso**, evita problemi di intasamento nella campana di raffreddamento. Il liquido refrigerante, costituito da una miscela di acqua - monopropilene glicole, circola in un sistema di raffreddamento interno. Un'elica incorporata nella tenuta Plug-in pompa il liquido refrigerante lungo il sistema.
- **La doppia tenuta integrata**, rende semplice il montaggio ed essendo una unità compatta, ha le superfici protette. E' una doppia tenuta con le superfici superiore ed inferiore che lavorano indipendentemente l'una dall'altra.
- **La camera di ispezione**, situata tra la tenuta ed i cuscinetti, contribuisce ad una elevata affidabilità di funzionamento, permettendo rapidi controlli e facile manutenzione. Un sensore in dotazione standard, trasmette un segnale di allarme in caso di riempimento della camera. Il sensore è collegato in serie con microtermostati condotti ad un relè di controllo posizionato nel quadro elettrico.
- **I cuscinetti** sono preingrassati con lubrificante Long-Life.
- **La girante** equilibrata staticamente e dinamicamente di tipo semi-aperto con diffusore autopulente.
- **I cavi di alimentazione elettrica**, specifici per uso sommerso ampiamente dimensionati

Materiali

Fusioni principali	:	Ghisa GG 25
Girante e diffusore	:	Ghisa GG 25
Albero	:	Acciaio al carbonio / Acciaio inox
Viterie	:	Acciaio inox
Tenute meccaniche	:	Carburo di tungsteno / Carburo di silicio
Finitura esterna della pompa	:	Verniciatura

Installazione fissa nel pozzo : le pompe funzionano in completa o parziale immersione nel liquido da pompare. La pompa viene calata dentro il pozzo con l'ausilio di due tubi che la guidano fino al piede di accoppiamento, fissato sul fondo del pozzo. Il peso proprio della pompa realizza una perfetta aderenza fra la flangia di mandata della pompa ed il piede di accoppiamento.

Art. 73. Collegamenti idraulici

Protezione delle superfici metalliche a base eposs-catrame

- a) spazzolatura o sabbiatura
- b) uno strato di primer del tipo zincante inorganico
- c) due strati di pittura eposs-catrame

Tubazioni	Acciaio non legato	Norma UNI 6363-84
	Materiale	Fe 360 per tubi di diametro fino a DN 200

		Fe 410 per tubi di diametro oltre DN 200
Curve	Ricavate da tubo senza saldatura in acciaio R = 1,5 D	Norma UNI 5788-66
Flange	Piane da saldare a sovrapposizione	Norma UNI 2227-67 PN 10
	Materiale	Acciaio Fe 410

Art. 74. Strumentazione*Regolatore di livello a variazione di assetto*

È costituito da un involucro in materiale sintetico con incorporato un deviatore sensibile collegato ad un cavo elettrico. In condizioni operative, il regolatore viene sospeso all'interno del pozzo ad un'altezza desiderata: il liquido salendo e scendendo fa cambiare posizione al regolatore e il deviatore al suo interno chiude o apre il circuito elettrico di controllo. L'impulso così generato è utilizzato per attivare o disattivare una elettropompa oppure azionare un segnale di allarme. Ad ogni regolatore è possibile associare solo un livello caratteristico.

Normalmente posizionato su apposita staffa di sostegno, è anche utilizzato come dispositivo di emergenza per assicurare il controllo della stazione anche in caso di avaria della strumentazione elettronica principale.

Dati Tecnici

Temperatura	:	min. 0°C	max 60°C
Peso specifico del liquido	:	min. 0,95 Kg/dm ³	max 1,10 Kg/dm ³
Profondità di immersione	:	max 20 m.	
Grado di protezione	:	IP 68	

Materiali

Corpo	:	polipropilene
Manicotto protezione cavo	:	gomma EPDM
Cavo	:	neoprene

Sensore piezoresistivo

Il sensore piezoresistivo si basa sul principio della rilevazione della pressione idrostatica generata da una colonna di liquido sovrastante. Tale pressione dipende dalla densità del fluido, l'uscita del sensore sarà proporzionale al livello del liquido a parità di densità.

L'elemento sensibile, alloggiato in una struttura in acciaio inox, dispone di un cavo ventilato in grado di compensare variazioni di pressione atmosferica e di un sistema in grado di annullare variazioni di resistenza del sensore dovute a sbalzi di temperatura.

- Principio di misura a pressione idrostatica
- Campo di misura 0-10 metri c.a.

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| • Elemento sensibile | in ceramica |
| • Alimentazione | 12-30 V cc., uscita 4-20 mA |
| • Lunghezza | cavo 20 metri |
| • Materiali | corpo in acciaio inox AISI 316L |
| • Cavo | in polietilene |
| • Grado di protezione | IP68 |

Art. 75. Gestione impianti di sollevamento

Una volta installate e collaudate tutte le opere e attrezzature delle 9 stazioni di sollevamento l'Impresa sarà tenuta a svolgere per un periodo provvisorio di 6 mesi, tutte quelle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria per la gestione dei suddetti impianti di sollevamento.

Gli interventi di manutenzione ordinaria per la gestione degli impianti di sollevamento consisteranno nella esecuzione di tutte le prestazioni d'opera e le forniture che l'Impresa dovrà eseguire.

In particolare:

- prestazioni d'opera finalizzate a mantenere costantemente in perfetta efficienza le apparecchiature elettromeccaniche e i quadri elettrici di comando;
- esecuzione di specifiche verifiche su tutti gli impianti, con redazione di apposito rapporto sullo stato d'uso ed efficienza di ogni singolo impianto;

Per interventi di manutenzione ordinaria si intendono tutte le prestazioni e le forniture che la ditta gestore degli impianti dovrà eseguire, per come di seguito elencate:

- Monitoraggio periodico degli impianti effettuato da personale specializzato dotato di idonee strumentazioni, al fine riscontrare il corretto funzionamento dei carichi elettrici e il corretto funzionamento dei componenti dei relativi quadri elettrici di comando, prima ancora che si verifichi lo stato di fermo;
- Esecuzione delle riparazioni di modesta entità che possano garantire, prima ancora che si verifichi un guasto grave, il funzionamento ottimale del sistema;
- Verifiche tecniche su tutti gli impianti, finalizzate a riscontrare eventuali blocchi delle apparecchiature elettromeccaniche che in poco tempo potrebbero compromettere il normale deflusso delle acque da trattare;
- Prova di accensione delle singole elettropompe di ognuno delle 9 stazioni di sollevamento, da effettuare al fine di verificare con certezza il corretto funzionamento delle stesse.

Gli interventi suddetti dovranno essere effettuati con cadenza settimanale e l'Impresa dovrà presentare alla D.L. apposita relazione riportante gli interventi effettuati e lo stato in cui versano le varie stazioni di sollevamento.

Gli interventi di manutenzione straordinaria da effettuare, qualora necessari, consisteranno nella esecuzione di tutte le prestazioni d'opera e le forniture che l'Impresa dovrà eseguire, per come di seguito elencati:

- Sostituzione di apparecchiature non funzionanti all'interno dei quadri di telecomando quali teleruttori, relè termici, sezionatori, magnetotermici, differenziali, morsetti, capicorda, trasformatori, spie, strumenti di misurazione, portafusibili, componenti strutturali del

quadro, ed ogni altro componente costituente il quadro che necessita della sostituzione per il buon funzionamento dell'impianto;

- Sostituzione di cavi elettrici costituenti l'impianto elettrico delle stazioni di sollevamento di qualunque tipo e sezione sia interrati che fascettati aerei, compresa eventuale sostituzione dei cavidotti che li dovranno contenere, le giunzioni ed ogni altro onere e magistero;
- Sostituzione di interruttori galleggianti o a sensore elettronico compresi cavi occorrenti ed ogni altro accessorio di consenso elettropompe;
- Sostituzione di chiusini o botole ammalorate o che non garantiscono la sicurezza della chiusura di vani, pozzetti ecc. dello stesso tipo e caratteristiche di quelle preesistenti;
- Sostituzione di saracinesche, manicotti, valvole di ritegno, di qualunque tipo, forma e dimensione con apparecchiature dello stesso tipo compresi gli eventuali scavi occorrenti, i pezzi speciali, la bulloneria, le guarnizioni ed ogni altro onere e magistero per dare l'impianto a perfetta tenuta e funzionante;
- Intervento di riparazione delle elettropompe, comprensivo di smontaggio, pulitura dei filtri o giranti di aspirazione con l'asportazione di ogni materiale che occlude la normale aspirazione, prova di funzionamento a secco delle elettropompe, ricollocazione con prova finale di funzionamento compresi i collegamenti elettrici ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa funzionante e a perfetta regola d'arte. Nell'ipotesi che l'elettropompa necessiti di interventi in officina è compensato, altresì, l'onere dell'istallazione di elettropompa sostitutiva da parte dell'Impresa per il funzionamento temporaneo della stazione di sollevamento, fino a quando non sarà eseguita la riparazione in officina;
- Intervento di riparazione elettropompa sommersa di qualunque marca e tipo comprensivo di:
 - Smontaggio dalla sede di alloggiamento e trasporto con autocarro o altro mezzo idoneo in officina;
 - Rifacimento avvolgimento statore;
 - Sostituzione cuscinetti superiore ed inferiore
 - Rifacimento tenuta meccanica superiore ed inferiore;
 - Sostituzione guarnizioni;
 - Olio occorrente;
 - Pulitura interna ed esterna ed ogni altro accorgimento elettromeccanico;
 - Revisione generale, prova e collaudo;
 - Trasporto e rimontaggio nella sede dell'alloggiamento.
- Interventi di manutenzione ordinaria eseguiti al di fuori delle cadenze stabilite contrattualmente.

CAPO XV. IMPIANTO TAF

Art. 76. Premessa

L'impianto di trattamento delle acque di falda (TAF), è finalizzato a trattare le acque emunte dagli interventi.

Nella definizione della specifica tecnica per l'installazione dell'impianto sarà vincolante il dimensionamento delle sezioni ed il treno di trattamento definiti in sede delle successive fasi progettuali.

L'impianto dovrà essere in grado di trattare una portata di 295,2 mc/h dovrà trattare acqua di falda (TAF), con il livello di contaminazione descritto nell'elaborato descrittivo **PDED011** del presente progetto definitivo, e depurarla fino a quanto previsto nella citata relazione e secondo la Tab. 3 All.5 Parte III, D.lgs 152/06 (Limite scarico in acque superficiali). Sarà onere dell'Impresa richiedere ed ottenere tutte le autorizzazioni ambientali necessarie all'utilizzabilità dell'impianto TAF.

L'Impresa dovrà altresì fornire e realizzare tutte le opere civili necessarie alla sua installazione, nonché all'avvio, alla taratura ed alla gestione dell'impianto TAF per un periodo di 6 mesi.

Le acque di falda emunte saranno convogliate dapprima in un torrino di carico e da lì, tramite un sistema di sollevamento costituito da due elettropompe sommergibili, al trattamento.

Art. 77. Installazione, avvio e taratura dell'impianto TAF

Un primo aspetto che sarà verificato dalla Direzione Lavori sarà la corrispondenza tra il progetto approvato e l'impianto TAF per quanto riguarda in particolare:

- dimensioni dei comparti di trattamento;
- caratteristiche e volumi dei materiali di riempimento;
- tipologia e caratteristiche delle apparecchiature elettromeccaniche;
- tipologia e dosaggio previsto per i reattivi.

Una volta verificate ed approvate dalla Direzione Lavori le caratteristiche dell'Impianto TAF proposto in sede di progetto esecutivo, si procederà con le seguenti due fasi:

- FASE 1 : Installazione, avvio e taratura dell'impianto TAF;
- FASE 2 : Gestione dell'impianto TAF per 6 mesi dalla data del "certificato di ultimazione dei lavori prima fase", secondo quanto riportato nell'art. 61 comma1 del presente Capitolato parte I.

Al fine della corretta installazione dell'impianto TAF l'Impresa dovrà provvedere alla fornitura dei materiali/componenti così come di seguito elencati:

- tutti i trasporti da officina a cantiere;
- trasporto, scarico e posa in opera con mezzi speciali e mano d'opera specializzata di tutti i carichi speciali (vengono considerati tali quelli eccedenti i mezzi normalmente disponibili in cantiere);
- tutte le opere murarie necessarie all'installazione;

- la trapanatura nel cemento armato dei fori per fissaggio di tasselli ad espansione per il sostegno degli ancoraggi;
- la fornitura di zanche, tasselli e quant'altro necessario per murare gli staffaggi e/o ancoraggi di tubazioni, apparecchi e apparecchiature;
- la verniciatura protettiva delle tubazioni o qualsiasi altra opera metallica facente parte del progetto;
- la strumentazione da installare sui circuiti e sulle apparecchiature;
- il ripristino di eventuali isolamenti o verniciature danneggiate prima della consegna degli impianti;
- la riparazione e/o sostituzione di apparecchiature e materiali danneggiati prima della consegna degli impianti;
- l'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori;
- tutte le forniture ed opere accessorie di qualsiasi tipo necessarie per dare l'opera completa e funzionante;
- la protezione, mediante coperture o fasciature, di tutte le parti degli impianti, degli apparecchi e di quanto altro non sia agevole togliere da dove sono installati, per difenderli dalle rotture, guasti, manomissioni, ecc., in modo che alla ultimazione dei lavori il materiale venga consegnato come nuovo.

Montaggi

I montaggi dovranno essere eseguiti da personale specializzato. Prima, durante e dopo qualsiasi intervento l'Appaltatore ha l'obbligo di garantire la pulizia dei luoghi di lavoro in considerazione della tipologia degli interventi e del luogo di esecuzione.

Basamenti delle apparecchiature

Dovranno essere previsti tutti i basamenti delle apparecchiature sia metallici che in conglomerato cementizio o altro materiale, così come riportato nei grafici di progetto. I basamenti dovranno essere previsti per tutte le apparecchiature appoggiate a pavimento o comunque quando ritenuto necessario. I basamenti dovranno essere dotati di interposto strato isolante qualora necessario per limitare la trasmissione di vibrazioni al pavimento ed il rumore.

Identificazione delle apparecchiature

Tutte le apparecchiature quali pompe, valvole, saracinesche, tubazioni ecc. dovranno essere identificate a mezzo di targhette permanentemente applicate alle stesse. Le targhette dovranno corrispondere all'identificazione rilevabile dai disegni finali e dovranno indicare i dati tecnici principali dell'apparecchiatura.

Passaggi ed attraversamenti

L'Appaltatore prima dell'esecuzione di passaggi o forature per l'attraversamento di tubazioni, cavidotti o altro dovrà richiedere l'approvazione della D.L.

Rumore e vibrazioni delle apparecchiature

L'Appaltatore dovrà provvedere ad idonei sistemi di smorzamento delle vibrazioni onde evitare che sollecitazioni anormali vengano trasmesse alle strutture e/o si producano rumori oltre i limiti consentiti dalla normativa vigente.

Prove, verifiche e collaudo delle apparecchiature e dei materiali

La ditta installatrice ha l'obbligo di eseguire o far eseguire, durante l'installazione dell'impianto TAF, dal proprio personale tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali richieste dalla D.L., in modo che si abbia tutta la documentazione necessaria e completa prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori. Prima, durante e alla fine del montaggio delle apparecchiature dovranno essere effettuate le necessarie prove e verifiche di conformità delle forniture con le norme di riferimento con le prescrizioni e con le specifiche tecniche. L'Appaltatore ha altresì l'obbligo di eseguire o far eseguire in sede di collaudo tutte le prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme, regolamenti e disposizioni, anche se non esplicitamente indicate nel presente Capitolato a insindacabile giudizio del collaudatore.

Assistenze

l'Appaltatore dovrà provvedere per conto della Committenza alla formulazione di tutte le denunce relative e delle domande di collaudo degli impianti da parte degli organi preposti (VVF - ISPESL - Comune - ecc) secondo le leggi e i regolamenti vigenti.

Verifiche in fase di avviamento e taratura dell'impianto

Le prove da condurre in fase di avviamento sono finalizzate alla verifica dei seguenti aspetti: efficienza depurativa di ogni fase di trattamento dell'acqua;

- dosaggio dei reagenti;
- caratteristiche dei sistemi di filtrazione;
- operazioni di controlavaggio dei filtri;
- linea fanghi;
- caratteristiche dei residui prodotti.

Efficienza depurativa di ogni fase di trattamento dell'acqua

L'efficienza di rimozione degli inquinanti più critici presenti nell'acqua dovrà essere opportunamente valutata effettuando un monitoraggio dei principali parametri nell'acqua grezza e di quella in uscita da ogni fase di trattamento.

Per poter disporre di dati sufficientemente significativi su tale punto, si ritiene opportuno effettuare almeno due monitoraggi completi, in condizioni di portata minima e massima di funzionamento, in corrispondenza delle condizioni più critiche di funzionamento (ad esempio prima del controlavaggio dei filtri, prima del ciclo di rigenerazione delle resine, ecc.).

In aggiunta, è possibile prevedere anche un monitoraggio nelle condizioni ottimali di funzionamento dell'impianto (subito dopo i controlavaggi, dopo i cicli di rigenerazione dei materiali, ecc.) da confrontare con quello svolto in precedenza.

La scelta dei parametri da monitorare verrà effettuata sulla base delle caratteristiche dell'acqua grezza; si dovranno effettuare almeno l'analisi dei seguenti parametri:

- un controllo dei parametri più significativi in ingresso e uscita da ogni singola fase di trattamento (T, pH, p.redox, solidi sospesi, TOC, acido nitroso, COD, Idrocarburi totali)
- un controllo completo dei parametri previsti dalla Tab. 3 All. 5 Parte III DLgs 152/06 in ingresso e uscita dall'impianto.

Durante le prove verrà controllata anche la portata alimentata all'impianto.

Verifica del dosaggio dei reagenti

Durante le prove di funzionamento suddette, in condizioni di portata minima e massima, si dovrà effettuare il controllo sui reattivi chimici impiegati nel processo, analizzando:

- caratteristiche delle soluzioni impiegati (densità, concentrazione, ecc.);
- dosaggio dei reattivi (mediante le portate registrate dalle pompe dosatrici);
- concentrazione dei reattivi nelle vasche (mediante analisi dei campioni prelevati in punti opportuni).

Caratteristiche dei sistemi di filtrazione

Questo punto consiste nella verifica delle caratteristiche dei materiali di riempimento (mezzi filtranti). In particolare si prevedrà un controllo delle caratteristiche fisiche (dimensioni, densità) e delle caratteristiche chimiche (presenza di materiale organico o altri inquinanti).

Operazioni di controlavaggio dei filtri

Durante ognuna delle due prove (con portata minima e massima) si dovrà eseguire una operazione di controlavaggio dei filtri nel corso della quale andranno verificati i seguenti parametri:

- corretta sequenza delle fasi di controlavaggio;
- quantità di aria e acqua utilizzate;
- durata di ogni fase;
- consumi energetici;
- variazione della perdita di carico sul filtro (tra prima e dopo in controlavaggio);
- qualità della prima acqua filtrata dopo il controlavaggio (mediante ripetizione dell'analisi dei parametri più significativi sull'acqua in uscita dal filtro).

Linea fanghi

Sulla linea fanghi sarà necessario in primo luogo valutare l'efficienza dei diversi trattamenti nella riduzione dell'umidità del fango. A tale scopo saranno necessari i seguenti prelievi:

- un prelievo dal bacino di accumulo fanghi
- un prelievo del fango sedimentato e ispessito;
- la verifica del dosaggio di polielettrolita.

Dalla analisi dei SST sarà possibile verificare l'efficienza dell'ispessitore e del disidratatore, stimare la portata di acqua surnatante separata, determinare l'incremento di SST dovuto all'aggiunta del polielettrolita.

Caratteristiche dei residui prodotti

Per i residui finali derivanti dall'impianto (fango e carbone esausto) sarà necessario effettuare una caratterizzazione secondo la normativa di riferimento per valutarne le opportunità di smaltimento o recupero.

Al fine di assegnare il corretto codice CER al fango prodotto e al carbone esausto da conferire a impianti esterni, sarà effettuata la caratterizzazione di base del rifiuto, nel rispetto delle specifiche prescrizioni indicate dalla normativa vigente.

Questo permetterà di determinare l'ammissibilità in discarica e/o in impianti di trattamento off site dei rifiuti prodotti.

Periodicamente andrà prelevato un campione rappresentativo, campionato secondo le norme vigenti (Metodo della quartatura CNR-IRSA, quaderno 64, gennaio 1985; metodo UNI 10802 “Rifiuti liquidi, granulari e fanghi, campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati”), da sottoporre ad analisi per la classificazione del rifiuto (determinazione del CER ai sensi della Direttiva 9 aprile 2002), per la definizione della pericolosità dello stesso e per la verifica dell'accettabilità del rifiuto in discarica tramite test di cessione ai sensi del DM 3 agosto 2005 (con risultati analitici da confrontare con i limiti delle Tabelle 2, 3, 5 e 6 del Decreto).

Art. 78. Gestione dell'impianto TAF

Al termine dei lavori della prima fase, dalla data del “certificato di ultimazioni dei lavori prima fase”, sarà avviata la FASE 2 di gestione dell'impianto TAF per la durata di 6 mesi.

Durante questa fase, la Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Impresa effettuerà le dovute verifiche al fine del corretto funzionamento delle fasi depurative.

Solo al termine dei 6 mesi di gestione dell'impianto di trattamento delle acque di falda, previo accertamento sommario in contraddittorio della regolarità delle opere eseguite e riscontro della regolarità delle attività di trattamento delle acque di falda effettuate – il Direttore dei Lavori redigerà il verbale di ultimazione dei lavori, così come riportato nel presente Capitolato parte I.

Verifiche in condizioni di esercizio

Per tutti i parametri per cui è effettuato un controllo in continuo (con rilevatori on-line o misuratori portatili) o viene fatta una frequente registrazione (portata trattata, parametri di qualità dell'acqua, cloro residuo, pH, quantità di fango prodotto, portata di surnatante, consumo reagenti, consumi energetici, ecc.) si dovrà svolgere una analisi dei dati relativi ai 6 mesi funzionamento a regime per valutare:

- portata trattata;
- corretto funzionamento dei processi di trattamento (ad esempio il potenziale redox per le fasi di ossidazione, il cloro residuo per il trattamento con biossido di cloro, ecc.);
- consumo di reagente per tipologia;
- rapporto tra fango prodotto e portata trattata;
- consumi energetici.

Verifiche idrodinamiche

La prova consisterà nell'applicare una perturbazione ad un reattore mediante l'immissione di un tracciante e nell'andare ad interpretare la curva di risposta (RTD-Retention Time Distribution) in uscita dal reattore mediante l'utilizzo di un modello teorico di funzionamento idrodinamico in grado di simulare quello rilevato sperimentalmente. Dall'analisi del modello sarà possibile determinare una serie di coefficienti rappresentativi del funzionamento idrodinamico del reattore (miscelazione completa, flusso a pistone, soluzione intermedia tra le due, ecc.) e della presenza di eventuali anomalie (volume morto, by-pass, ecc.). Si determineranno così le cause di eventuali malfunzionamenti e di suggerire alcune soluzioni correttive.

Oneri dell'Appaltatore

L'Impresa dovrà provvedere alla puntuale registrazione, su appositi stampati di sua fornitura che poi consegnerà alla fine dei 6 mesi di gestione, approvati e vidimati dalla D.L., di tutte le attività che vengono svolte nell'impianto ed in particolare:

- registro di conduzione con registrazione dei parametri inerenti il processo, le portate dei reagenti, lo scarico dei fanghi, i fanghi trattati, e quanto altro sia significativo per la corretta conduzione dell'impianto;
- diario delle registrazioni di eventuali disposizioni verbali impartite dal responsabile dell'impianto, di eventuali visite di Autorità esterne sull'impianto nonché ogni altra notizia utile sui fatti principali dell'attività dell'impianto;
- registro delle analisi chimiche;
- registro giornaliero dei consumi dei reattivi impiegati nel processo di depurazione;
- aggiornamento dello schedario apparecchiature dal quale risultino per ciascuna apparecchiatura tutti gli interventi di manutenzione straordinaria ed ordinaria;
- registro di carico e scarico dei materiali di consumo e ricambi acquistati dall'Ente;
- aggiornamento dell'inventario dei beni strumentali costituenti l'impianto ogni qualvolta intervengano delle variazioni;
- redazione mensile di un'apposita relazione, da trasmettere alla Struttura di Gestione competente, con l'elaborazione dei dati raccolti sul funzionamento dell'impianto, sui volumi di trattati, sulle ore di funzionamento delle apparecchiature elettromeccaniche, sulla quantità dei fanghi estratti dalle vasche, sui fanghi smaltiti, sul consumo giornaliero dei reattivi chimici;
- compilazione, ai sensi della normativa vigente del registro di carico e scarico dei rifiuti prodotti nell'impianto e smaltiti in discarica autorizzata (o altro sito indicato dalla direzione lavori), nonché dei relativi formulari e/o bolle di accompagnamento per il trasporto dei rifiuti. I formulari e il registro suddetti, forniti dall'Impresa appaltatrice, del tipo omologato, preliminarmente numerati e vidimati dagli uffici preposti, a cura e spese dell'Impresa appaltatrice, dovranno essere compilati secondo le specifiche modalità operative previste dalla normativa vigente;
- compilazione di un apposito registro dei visitatori dell'impianto, in cui annotare le generalità, la qualifica, lo scopo delle visite e i tempi di permanenza nell'impianto stesso dei visitatori.

Istruzioni al personale della Committenza

L'Appaltatore dovrà provvedere tramite proprio personale tecnico all'istruzione del personale di manutenzione e conduzione degli impianti della Committenza per un periodo adeguato.

Il periodo di istruzione di cui sopra si intende indipendente da quello relativo alle prove e ai collaudi. Gli oneri associati alle suddette prestazioni sono compresi e compensati nell'importo contrattuale di cui al presente intervento. L'attività di formazione dovrà essere appositamente documentata, sia in termini di attività svolte che in termini di verifica delle presenze e dell'apprendimento.

CAPO XVI. PAVIMENTAZIONI STRADALI

Art. 79. Generalità sui prodotti per pavimentazione

I prodotti dovranno riprendere esattamente le pavimentazioni esistenti; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni richieste.

Art. 80. Prodotti per pavimentazioni stradali

Bitumi

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" di cui al "Fascicolo n. 2" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50, B 30/40; per asfalto colato il tipo B 20/30.

Bitumi liquidi

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al "Fascicolo n. 7" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

Emulsioni bituminose

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" dcui al "Fascicolo n. 3" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Art. 81. Esecuzione delle pavimentazioni

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate o ai calcestruzzi di sottofondo stradale di qualsiasi rivestimento a base di leganti bituminosi, catramosi od asphaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

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

L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata. Sarà di norma prescritto il lavaggio quando in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie, sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dalla azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.

Per leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

Prima di stendere qualsiasi tipo di conglomerato bituminoso, le superfici interessate dovranno essere trattate con apposita mano di ancoraggio di emulsione.

I prodotti per pavimentazioni stradali da stendere sulle superfici così preparate dovranno rispondere ai requisiti indicati nell'apposito capitolo sulla qualità dei materiali. La loro posa in opera sarà eseguita di norma a mezzo di spanditrici-finitrici a temperatura non inferiore a 120° e successivamente compressi con rullo a rapida inversione di marcia, di peso adeguato.

La superficie dovrà essere priva di ondulazione: un'asta rettilinea lunga 4 metri posta su di essa non dovrà avere la faccia di contatto distante più di 5 mm e solo in qualche punto singolare del pian

CAPO XVII. GESTIONE DEI RIFIUTI

Art. 82. Gestione dei rifiuti

Tutti i rifiuti, sia solidi che liquidi, provenienti dalle attività eseguite, dovranno essere gestiti nel rispetto della vigente normativa in materia di trasporto e smaltimento (D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

L'Affidatario dovrà procedere, ai sensi della vigente normativa, ad indicare la classificazione dei rifiuti che saranno prodotti e gestiti nelle varie fasi di intervento (fino al successivo smaltimento).

Il D. Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003 definisce i requisiti delle diverse categorie di discariche. In particolare l'art. 4 classifica le discariche per categorie.

Il D.M. del 27 settembre 2010 stabilisce, per i rifiuti solidi, i criteri di ammissibilità in ciascuna categoria di discarica, così come definite nel decreto legislativo di cui sopra.

Il produttore di rifiuti è tenuto ad effettuare la caratterizzazione di base di ciascuna categoria di rifiuti (omologa del rifiuto) realizzata con la raccolta di tutte le informazioni necessarie per uno smaltimento finale in condizioni di sicurezza. Se le caratteristiche di base di una tipologia di rifiuti dimostrano che gli stessi soddisfano i criteri di ammissibilità per una categoria di discarica, tali rifiuti sono considerati ammissibili nella corrispondente categoria.

A tal fine i rifiuti solidi prodotti e destinati allo smaltimento in discarica, dovranno essere sottoposti alla caratterizzazione ai sensi del D.M. 27/09/2010. I rifiuti liquidi dovranno essere codificati e caratterizzati ai sensi del Nuovo Codice CER e inviati a impianto di destinazione finale.

Nelle attività previste sono da considerarsi almeno come rifiuti tutti i residui delle attività di perforazione, campionamento, esecuzione di prove in situ, decontaminazione delle attrezzature (comprese le acque), i residui delle attività di laboratorio (chimiche, fisiche, geotecniche, ecc.), nonché di tutto il materiale, le attrezzature, i DPI a perdere prodotti durante e dopo l'esecuzione delle attività in oggetto, nonché le cassette catalogatrici contenenti le carote da smaltire come descritto nei paragrafi precedenti.

L'Affidatario sarà in ogni caso considerato responsabile della corretta gestione dei rifiuti prodotti all'interno dell'area di lavoro e pertanto, ai fini delle operazioni di prelievo, trasporto, recupero e/o smaltimento sarà considerata a tutti gli effetti il "produttore" e "detentore" dei rifiuti in oggetto.

L'Affidatario dovrà comunque fornire alla Stazione Appaltante per l'approvazione, prima dell'inizio delle attività di campo, un piano di gestione dei rifiuti prodotti nel corso delle attività.

I rifiuti e i materiali di risulta prodotti dalle attività di perforazione potranno essere temporaneamente collocati in un'apposita area logistica di cantiere; la loro permanenza in tale area, nell'attesa del successivo smaltimento secondo la normativa vigente, a cura del prestatore del servizio, dovrà perdurare entro e non oltre i tre mesi successivi al termine delle attività in sito.

Si rammenta che le cassette catalogatrici dovranno essere conservate per un periodo di tempo non inferiore a 6 mesi e successivamente smaltite di concerto e a seguito di autorizzazione della Committente.

Il trasporto dei rifiuti dovrà avvenire con mezzi adeguati ed autorizzati al trasporto in ottemperanza alle norme vigenti in materia.

Per tutti i rifiuti inviati a smaltimento, sia solidi che liquidi, l'Affidatario dovrà trasmettere alla Committente, oltre la quarta copia del formulario di trasporto, anche il certificato di avvenuto smaltimento rilasciato dal titolare dell'impianto secondo quanto previsto dall'Art. 188, comma 4 del D. Lgs. 152/2006. Qualora le modalità di attuazione non siano state ancora definite con apposito

decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dovrà comunque essere fornita una Dichiarazione di avvenuto smaltimento rilasciata dal titolare dell'impianto. Nel caso i rifiuti siano conferiti in impianti autorizzati situati all'interno del territorio nazionale la quarta copia del formulario dovrà essere trasmessa alla Committente entro tre mesi dalla data di conferimento dei rifiuti al trasportatore; tale termine è esteso a sei mesi nel caso di spedizioni transfrontaliere.

Il certificato di avvenuto recupero e/o smaltimento dovrà essere trasmesso alla Committente rispettivamente entro quattro e sette mesi dalla data di conferimento dei rifiuti al trasportatore.

CAPO XVIII. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Art. 83. Monitoraggio Conoscitivo

Dall'analisi dello stato della caratterizzazione e monitoraggio effettuati finora nel SIN risulta necessario effettuare un approfondimento della conoscenza dello stato complessivo di contaminazione della falda e degli eventuali apporti provenienti da aree poste al di fuori del SIN stesso. Tale monitoraggio è finalizzato ad evidenziare eventuali nuove necessità di intervento, in relazione ad alcuni interrogativi specifici.

Nell'Elaborato **PDED008** sono specificati i piezometri in cui effettuare campionamenti e analisi delle acque di falda.

Dovrà essere effettuato un monitoraggio conoscitivo idrochimico ed un monitoraggio conoscitivo piezometrico come specificato nell'Elaborato **PDED008**.

Il monitoraggio dovrà essere effettuato secondo quanto disposto D.lgs. 152/06 e s.m. e i.

Art. 84. Monitoraggio dell'intervento

Per ciascuna opera di MiSPT sono individuati nell'Elaborato **PDED008** i piezometri in cui effettuare campionamenti e analisi delle acque di falda,

Dovrà essere effettuato un monitoraggio idrochimico ed un monitoraggio piezometrico come specificato nell'Elaborato **PDED008**.

Il monitoraggio dovrà essere effettuato ante operam, in opera e post opera secondo quanto disposto D.lgs. 152/06 e s.m. e i.

CAPO XIX. SPECIFICA TECNICA IMPIANTI ELETTRICI, SPECIALI E DI CONTROLLO

Art. 85. Impianti elettrici, speciali e di controllo

Per quanto riguarda le specifiche tecniche degli impianti elettrici, speciali e di controllo si rimanda all'elaborato **PDED012**.