



COMUNE DI VALLI DEL PASUBIO

PROVINCIA DI VICENZA

Intervento di ripristino di movimenti franosi che interessano strade comunali- 2° Lotto

**RICOSTRUZIONE DELLA SCARPATA A VALLE PER RIPRISTINARE LA
STRADA DI COLLEGAMENTO DEL QUARTIERE ZAVINO DOPO SORGATI
Codice 1360**

PROGETTO ESECUTIVO



REDAZIONE

PROGETTISTA:

**Ing. Roggia Flavio
Via Tezze, 12 MOLVENA (VI)
tel. 0424 471739 fax 0424 476602**

**IL RESPONSABILE STRUTTURA TECNICA:
Geom. De Moro Ilario**

**IL RESPONSABILE UNICO del PROCEDIMENTO:
Ing. Fichera Giovanni**

R8

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO:
PARTE TECNICA**

**INTERVENTO DI RIPRISTINO DI MOVIMENTI FRANOSI CHE INTERESSANO
STRADE COM. NEL COMUNE DI VALLI DEL PASUBIO
2° LOTTO**

**LAVORI DI RICOSTRUZIONE DELLA SCARPATA A VALLE
PER RIPRISTINARE LA STRADA DI COLLEGAMENTO DEL
QUARTIERE ZAVINO DOPO SORGATI**

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PARTE A

INDICE

PARTE I: DISPOSIZIONI GENERALI QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	4
Art. 1 Oggetto dell'Appalto	4
Art. 2 Normativa di Riferimento.....	4
2.1 Norme per i movimenti di terre e materie.....	5
2.2 Norme relative alle prove su terre e aggregati	5
2.3 Norme relative alle strutture.....	7
2.4 Norme relative ai materiali.....	8
2.5 Normativa relativa ai metodi di prova.....	9
2.6 Norme integrative per tutte le opere di fondazione.....	9
2.7 Norme relative alle opere a struttura metallica	9
2.8 Prevenzione Infortuni ed Igiene sul Lavoro.....	10
2.9 Norme Generali per la Prevenzione degli Infortuni e per l'igiene sul lavoro.....	10
2.10 Direttiva Comunitaria.....	11
2.11 Norme Integrative Generali.....	11
2.12 Circolari in materia di urbanistica, edilizia ed impianti	11
2.13 Norme UNI – UNI-EN.....	11
Art. 3 Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo	12
Art. 4 Caratteristiche dei vari materiali.....	12
Art. 5 Tracciati	16
Art. 6 Scavi.....	17
6.2 Scavi di sbancamento	18
Art. 7 Demolizioni	18
7.1 Demolizioni del muro in pietra a secco.....	18
7.2 Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso.....	18
Art. 8 Reinterri - Rilevati	19

8.1	Definizione	19
8.2	Materiali per la formazione di rilevati - reinterri	20
8.3	Riempimenti	20
Art. 9	Micropali	23
9.1	Generalità	23
9.2	Definizione, soggezioni geotecniche e idrogeologiche	23
9.3	Tolleranze geometriche	23
9.4	Tracciamento	24
9.5	Perforazione	24
9.6	Confezione e posa delle armature tubolari	24
9.7	Formazione del fusto del micropalo	25
9.8	Prove di controllo	26
Art. 10	Barre auto perforanti	30
10.1	Definizioni e scopo	30
10.2	Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali	30
10.3	Materiali ed elementi costruttivi	31
10.4	Tolleranze geometriche	32
10.5	Posa in opera	32
10.6	Protezioni anticorrosive in opera	33
10.7	Documentazione dei lavori	33
Art. 11	Sistema di Rafforzamento di Parete ad "Ombrello"	34
11.1	Elemento Consolidatore Monoancoraggio Dimensioni 3.60 x 3.10 m.	34
Art. 12	Pannello Drenante Tipo "Gabbiodren" con tubo microfessurato e collettore di fondo	35
12.1	Elemento Drenante ad alte prestazioni Idrauliche/Meccaniche 100x30 per terreni argillosi-limosi e granulari	35
12.2	Elemento Drenante ad alte prestazioni Idrauliche/Meccaniche 100x30 ad elevata capacità di smaltimento idraulico in ter. argillosi-limosi e granulari	36
Art. 13	Pannello Monolitico con Rivestimento in Pietra	37
13.1	Elemento Monolitico Rivestito in pietra di spessore 20 cm	37
Art. 14	Conglomerati cementizi semplici e armati	38
14.1	Materiali	38
14.2	Classi di resistenza dei conglomerati cementizi	41
14.3	Classi di esposizione ambientale	42
14.4	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	43
14.5	Controlli in corso d'opera	45
14.6	Resistenza dei conglomerati cementizi	45
14.7	Ritiro idraulico	46
14.8	Durabilità dei conglomerati cementizi	47
14.9	Tecnologia esecutiva delle opere	49
14.10	Tipologia strutturale e classificazione calcestruzzo	57
Art. 15	Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione	58
Art. 16	Acciaio per c.a.	59
16.1	Generalità	59
16.2	Posa in opera	59
Art. 17	Acciaio per carpenteria (armatura micropali)	60
17.1	Generalità	60

17.2	Posa in opera	60
Art. 18	Acciaio per barre autoperforanti	60
Art. 19	Pavimentazioni in conglomerato bituminoso	61
19.1	Leganti bituminosi di base e modificati	61
19.2	Conglomerati bituminosi a caldo	68
19.3	Formazione e confezione delle miscele	81
19.4	Posa in opera	82
Art. 20	Barriere di sicurezza	83
Art. 21	Tubazioni	84
21.1	Tubi di P.V.C. rigido	84
21.2	Tubi di P.V.C. rigido micro fessurato per drenaggio di captazione d'acque di falda	85
Art. 22	Opere in verde	85
22.1	Caratteristiche dei vari materiali	86
22.2	Esecuzione dei lavori	92
PARTE III: NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI		99
Art. 23	Norme generali	99
Art. 24	Lavori in economia	99
Art. 25	Scavi - demolizioni - rilevati	99
25.1	Scavi	100
25.2	Demolizioni	101
25.3	Rilevati: Preparazione del piano di posa	101
25.4	Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico	101
Art. 26	Micropali	103
Art. 27	Barre autoperforanti	104
Art. 28	Conglomerati cementizi	105
Art. 29	Casseforme – Armature di sostegno	106
29.1	Casseforme	106
29.2	Armature di sostegno	106
Art. 30	Acciaio per c.a.	107
Art. 31	Manufatti metallici	107
Art. 32	Fondazioni stradali	108
Art. 33	Conglomerati bituminosi	108
Art. 34	Tubazioni	109
34.1	Generalità	109
34.2	Tubazioni in PVC rigido e PVC rigido microfessurato	109
Art. 35	Opere in verde	109

PARTE I: DISPOSIZIONI GENERALI QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 **Oggetto dell'Appalto**

Il presente Capitolato Speciale di Appalto - Norme Tecniche ha per oggetto tutte le lavorazioni necessarie per la realizzazione delle opere di consolidamento dei dissesti franosi manifestatesi in varie strade comunali nel Comune di Valli del Pasubio.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

In sintesi l'intervento prevede la realizzazione di:

- opere di scavo costituite dalla rimozione del pacchetto stradale, ove esistente, con successivo sbancamento necessario alla realizzazione dell'opera di sostegno;
- opere di consolidamento costituite dalla realizzazione dei micropali e barre auto perforanti;
- opere strutturali costituite dalla realizzazione di un muro e di una soletta in c.a. a collegamento delle teste dei micropali e delle barre autopercoranti e dalla realizzazione del pacchetto stradale.

Art. 2 **Normativa di Riferimento**

Le normative citate nelle presenti Specifiche Tecniche, sono da intendersi qui integralmente trascritte, EVENTUALI LACUNE NORMATIVE DI PROMULGAZIONE SUCCESSIVE ALLA DATA DELLA PROGETTAZIONE sono da intendersi integralmente recepite a livello di Disciplinare dall'Impresa Esecutrice dei lavori.

Le suddette normative avranno valore cogente e pertanto, tutte le forniture, prestazioni, lavori ed opere compiute dovranno uniformarsi. Ove si presentassero contrasti tra le specifiche del presente capitolato e le normative citate si sceglierà la casistica più restrittiva tra quanto indicato e quanto previsto a livello normativo.

L'Appaltatore sarà comunque tenuto ad uniformarsi ad ogni disposizione (legge, decreto, circolare, ecc.) emessa da organi dello Stato italiano ed a ogni norma emessa dalla UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione e vigenti al momento dell'esecuzione delle opere, anche se entrate in vigore dopo la consegna dei lavori, o comunque non espressamente citate nelle presenti Specifiche Tecniche.

Dove previsto dalle vigenti normative, l'Appaltatore presenterà prodotti recanti la marchiatura CE.

2.1 Norme per i movimenti di terre e materie

Le norme da rispettare per l'accettazione dei materiali, le modalità di lavorazione, le prove di accettazione e di controllo sono le seguenti:

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
UNI EN 13242:2008	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.
D.G.R.V. 2424 del 08.08.2008	Procedure Operative per la gestione delle Terre e Rocce da Scavo ai sensi dell'Art. 186 del Decreto Lgs 03.04.2006 n° 152
UNI EN 13285:2010	Miscele non legate – Specifiche
UNI EN ISO 14688-1:2003	Indagini e prove geotecniche – Identificazione e classificazione dei terreni.
CNR-B.U. n. 176/1995	Requisiti di accettazione e di posa in opera di misti granulari non legati, naturali o corretti, o di frantumazione per strati di fondazione e di base.
CNR-NTS 93/83	Campionatura di aggregati.
CNR-NTS 95/84	Forma di aggregati lapidei.
Norme Tecniche (edizione 1984)	Art. 54 A. 2/B/C

2.2 Norme relative alle prove su terre e aggregati

Le norme da rispettare per l'accettazione delle terre ed aggregati sono le seguenti:

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005	Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni – Parte 1: Determinazione del contenuto di acqua.
UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 2: Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine
UNI CEN ISO/TS 17892-3:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 3: Determinazione della massa volumica dei granuli solidi - Metodo del picnometro
UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 4: Determinazione della distribuzione granulometrica
UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 5: Prova edometrica ad incrementi di carico
UNI CEN ISO/TS 17892-6:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 6: Prova con la punta conica
UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 7: Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine
UNI CEN ISO/TS 17892-8:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 8: Prova triassiale non consolidata non drenata
UNI CEN ISO/TS 17892-9:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 9: Prove di compressione triassiale, consolidate, su terreni saturi
UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 10: Prove di taglio diretto
UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 11: Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile
UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg
UNI EN 13286-47:2006	Prove sui materiali stradali. Indice di portanza cbr di una terra.
UNI EN ISO 14688-1/03	Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni.
UNI EN ISO 14688-1:2003	Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione
UNI EN ISO 14688-2:2004	Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione
CNR-NTS 23/71	Analisi granulometrica mediante crivelli e setacci.

NORMA

DESCRIZIONE SINTETICA

UNI CEN ISO/TS 17892-2:2005

Indagini e prove geotecniche – Prove di laboratorio sui terreni –
Parte 2: Determinazione dei limiti di Attenberg.

CNR-B.U. n. 69/1978

Norme sui materiali stradali. Prova di costipamento di una terra.

CNR-B.U. n. 146/1992

Determinazione dei moduli di deformazione Md e Md1 mediante
prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare. (sostituisce
la n.9/67).

UNI EN 933-1:2009

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica -
Analisi granulometrica per stacciatura.

UNI EN 933-2:1997

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica -
Stacci di controllo, dimensioni nominali delle aperture.

UNI EN 933-3:2004

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Indice di
appiattimento

UNI EN 933-4:2008

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Determinazione della forma dei granuli - Indice di
forma

UNI EN 933-5:2006

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Parte 5: Determinazione della percentuale di
superfici frantumate negli aggregati grossi

UNI EN 933-6:2003

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Valutazione delle caratteristiche superficiali -
Coefficiente di scorrimento degli aggregati

UNI EN 933-7:2000

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Determinazione del contenuto di conchiglie -
Percentuale di conchiglie negli aggregati grossi

UNI EN 933-8:2000

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia

UNI EN 933-9:2009

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Valutazione dei fini - Prova del blu di metilene

UNI EN 933-10:2009

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli
aggregati - Valutazione dei fini - Granulometria dei filler
(stacciatura a getto d'aria)

UNI EN 13242:2008

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

UNI EN 1097-1:2004

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Determinazione della resistenza all'usura (micro-
Deval)

UNI EN 1097-2:2010

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Metodi per la determinazione della resistenza alla
frammentazione.

UNI EN 1097-3:1999

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Determinazione della massa volumica in mucchio e
dei vuoti intergranulari.

UNI EN 1097-4:2008

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Determinazione della porosità del filler secco
compattato

UNI EN 1097-5:2008

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Determinazione del contenuto d'acqua per
essiccazione in forno ventilato

UNI EN 1097-6:2008

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Determinazione della massa volumica dei granuli e
dell'assorbimento d'acqua

UNI EN 1097-7:2008

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Determinazione della massa volumica del filler -
Metodo con picnometro

UNI EN 1097-8:2009

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli
aggregati - Determinazione del valore di levigabilità

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
UNI EN 1097-9:2008	Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione della resistenza all'usura per abrasione da pneumatici chiodati - Prova scandinava
UNI EN 1097-10:2004	Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Determinazione dell'altezza di suzione dell'acqua
UNI EN 1744-1:2010	Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica.
UNI EN 1744-3:2003	Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Preparazione di eluati per dilavamento di aggregati
UNI EN 1744-4:2005	Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Parte 4: Determinazione della sensibilità all'acqua dei filler per miscele bituminose
UNI EN 1367-1:2007	Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo
UNI EN 1367-2:2010	Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Prova al solfato di magnesio.
UNI EN 1367-3:2002	Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Prova di bollitura per basalto "Sonnenbrand"
UNI EN 1367-4:2000	Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione del ritiro per essiccamento.
UNI EN 1367-5:2003	Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza allo shock termico
UNI EN 12620:2008	Aggregati per calcestruzzo
D. Lgs. 03/04/2006 n. 152	Terre e Rocce da Scavo

2.3 Norme relative alle strutture

Le norme da rispettare per l'accettazione delle strutture e relativi controlli sono le seguenti:

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
Legge 5 Novembre 1971 n. 1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica (G.U. 21/12/71 n. 321). Relative istruzioni circ. LL.PP. 26/04/93.
Legge 2 Febbraio 1974 n. 64	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche (G.U. 21/03/74 n. 76)
Circolare Min. LL.PP. n. 22631	Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali (24 maggio 1982) per la verifica e la sicurezza delle costruzioni.
Decreto Min. LL.PP. 14 febbraio 1992	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (G.U. 18/3/92 n. 65 Suppl.)
C.N.R. Norme Tecniche n. 10012/85	Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni
Circolare Mi LL.PP. n. 37406/STC	Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 — Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al decreto ministeriale 14/02/92 (G.U. 16/8/93 n. 191 Suppl.)
Decreto Min. LL.PP. 24/01/86	Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche (G.U. 12/05/86 n. 108)
Circolare Min. LL.PP. n. 27690	Istruzioni relative alla normativa tecnica per le costruzioni (19/07/86) D.M. 24/01/86 in zona sismica
D.M. 23.1.2005	"Norme Tecniche per le Strutture"
D.M. 14.1.2008	"Norme Tecniche per le Costruzioni"

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
D.M. 31.8.1972	"Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche"
CIRC. MINISTER. LL.PP. 4/7/1996	"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16/1/1996"
D.M. 11 marzo 1988 e CIRCOLARE MINISTERIALE LL.PP. 24/9/1988	"Norme tecniche e relative istruzioni riguardanti le indagini sui terreni le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate. I criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
Norme contenute nel D.M. 12.2.1982	Verifica di sicurezza delle costruzioni.
Circ. LL.PP. n: 18591 del 9.11.1978	Verifica di sicurezza delle costruzioni.
Norma CEI 8-1	Protezione di strutture contro i fulmini.
D.M. 27/7/85, G.U. n. 113 del 17/5/86	"Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
D.M. 14.2.92	"Approvazione delle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
CNVVF-CCI UNI 9502	"Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio normale, armato e precompresso";
CNVVF-CCI UNI 9503	"Provvedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in acciaio";
Raccomandazione CNR 1024 – 86	Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

2.4 Norme relative ai materiali

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

2.5 Normativa relativa ai metodi di prova

NORMA

FA 219-87

UNI 9416:1998

UNI EN 12390-2:2009

UNI EN 12390-1:2002

UNI EN 12390-3:2009

UNI EN 12390-5:2009

UNI EN 12350-2:2009

UNI 8381:1982

UNI EN 197-1:2007

UNI EN 197-2:2001

DESCRIZIONE SINTETICA

Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione - Determinazione della ritenzione d'acqua

Calcestruzzo fresco. Criteri generali di campionamento

Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza

Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme

Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini

Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini

Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono

Strati del supporto di pavimentazione

Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni

Cemento - Valutazione della conformità.

2.6 Norme integrative per tutte le opere di fondazione

NORMA

Decreto Min. LL.PP. 11/03/88 n. 47

Circ. LL.PP. N. 30483 del 24/09/1988

DESCRIZIONE SINTETICA

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Tutte le raccomandazioni AGI

Tutte le Norme UNI relative alle lavorazioni Geotecniche Speciali

2.7 Norme relative alle opere a struttura metallica

NORMA

Legge 5/11/1971 n. 1086 e successivi decreti di attuazione:

D.M. LL.PP. 14/09/2005, G.U. n. 222 del 23/09/2005

Circ. M. LL.PP. n. 156 del 04/07/1996

CNR 10029/87

CNR 10027/87

CNR 10022/85

UNI EN ISO 1460:1997

UNI EN 14399:2005

DESCRIZIONE SINTETICA

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Norme tecniche per le costruzioni

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/1996.

Costruzioni in acciaio ad elevata resistenza - Istruzioni per il calcolo, il collaudo e la manutenzione.

Strutture in acciaio per opere provvisorie.

Profilati in acciaio formati a freddo - Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni.

Rivestimenti metallici. Rivestimenti su materiali ferrosi per immersione a caldo. Determinazione gravimetrica della massa per unità di area.

Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato.

2.8 Prevenzione Infortuni ed Igiene sul Lavoro

Tutte le imprese appaltatrici dei lavori sono tenute, nella redazione del piano di sicurezza e nel corso dei lavori all'osservanza delle seguenti normative:

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
Costituzione della Repubblica Italiana (G.U. n. 289 del 27 dicembre 1947)	Art. 32 - 35 – 41
Codice civile	R.D. 16 marzo 1942, n. 262 - Art. 2050 – 2087
Codice penale	R.D. 19 ottobre 1930, n. 1938 - Art. 437 - 451 - 589 - 590.
Statuto dei diritti dei lavoratori	L. 20 maggio 1970, n. 300 (G.U. 27 maggio 1970, n. 131) - Art.9

2.9 Norme Generali per la Prevenzione degli Infortuni e per l'igiene sul lavoro

NORMA	DESCRIZIONE SINTETICA
D.P.R. marzo 1955, n.520	Riorganizzazione centrale e periferica del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale (G.U. .149 del 1 luglio 1955).
D.P.R. 27 aprile 1955, n.547	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro (G.U. .158 del 12 luglio 1955).
D.P.R. 7 gennaio 1956, n.164	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni (G.U. .158 del 12 luglio 1955) e tutti i successivi aggiornamenti ed integrazioni.
D.P.R. 19 marzo 1956, n.302	Norme di prevenzione degli Infortuni sul lavoro Integrative di quelle generali emanate con Decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955 n. 547. (G.U. .105 del 30 aprile 1956).
D.P.R. 19 marzo 1956, n.303	Norme generali per l'igiene del lavoro (G.U. .105 del 30 aprile 1956).
D.P.R. 20 marzo 1956, n. 320	Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo (G.U. .109 del 5 maggio 1956).
D.P.R. 20 marzo 1956, n. 321	Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa (G.U. .109 del 5 maggio 1956).
D.P.R. 20 marzo 1956, n. 323	Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro negli impianti telefonici (G.U. .109 del 5 maggio 1956).
L. 1 marzo 1968 n. 186	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
D.L. 20 novembre 1968	Riconoscimento della efficacia, ai fini della sicurezza dell'isolamento speciale completo di cui devono essere dotati gli utensili e gli apparecchi elettrici mobili senza collegamento elettrico a terra.
L.18 ottobre 1977 n.791	Attuazione della direttiva CEE 72/23 relativa alle garanzie di sicurezza del materiale elettrico utilizzato entro limiti di tensione.
D.L.15 agosto 1991 n.277	Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212.
D.L.19 settembre 1994 n.626	Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE, 99/92/CE e 2001/45/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.
D.L. 14 agosto 1996 n. 494	Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
D.P.R 03 luglio 2003 n. 222 e successive integrazioni	Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109

2.10 Direttiva Comunitaria

NORMA

Direttiva n. 89/391/CEE 12 giugno 1989

Direttiva n. 89/106/CEE

Direttiva n. 89/654/CEE 30 novembre 1989

DESCRIZIONE SINTETICA

concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.

Ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione.

relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per i luoghi di lavoro.

2.11 Norme Integrative Generali

L'Intervento dovrà rispondere a tutte le normative e raccomandazioni vigenti (Leggi Nazionali e Regionali, Regolamenti Edilizi, prescrizioni ASL-ISPEL, prescrizioni VVF, prescrizioni Società Distributrice dell'energia elettrica competente per la zona).

Per quanto non espressamente indicato nel presente capitolato si farà riferimento a capitolati tecnici analoghi sia per competenza sia per contenuti generali dello Stato Italiano ed enti preposti al controllo, direzione, esecuzione lavori. A titolo esemplificativo e non esaustivo capitolato stradale ANAS, della Regione Veneto, della Provincia di Vicenza, dei lavori pubblici afferenti per tipologia di lavorazione prevista nel presente.

2.12 Circolari in materia di urbanistica, edilizia ed impianti

NORMA

Prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali ed in particolare del P.R.R.A.

Regolamento dell'agglomerato industriale A.S.I.

Legge 24 marzo 1989, n. 122

D-Lgs. 30 aprile 1992, n. 285

D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495

Legge 9 dicembre 1998, n. 426

Legge 22 febbraio 2001, n. 36

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380

D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462

DESCRIZIONE SINTETICA

Disposizioni in materia di parcheggi.

Nuovo codice della strada.

Regolamento di esecuzione e attuazione del codice della strada.

Nuovi interventi in campo ambientale.

Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici.

Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia di edilizia.

Regolamento e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche.

2.13 Norme UNI - UNI-EN

In aggiunta agli oneri ed obblighi sopra richiamati, l'Appaltatore dovrà garantire per quanto concerne la fornitura dei materiali e della loro lavorazione, la completa rispondenza alle normative UNI attualmente in vigore in Italia.

In particolare tutte le lavorazioni dovranno essere conformi alle UNI EN per LAVORI GEOTECNICI SPECIALI e relativi documenti e/o norme collegate alla data di aggiudicazione della gara d'appalto.

Art. 3 Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo Art. 4; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dalla Committente le opere.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa 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 resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori in seguito specificati dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni saranno effettuate presso i laboratori ufficiali riconosciuti dalla vigente normativa; la Direzione Lavori potrà a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori ufficiali di sua fiducia, ad integrazione di quelli proposti dall'Impresa e sempre a carico della stessa.

Art. 4 Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno avere i requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi; dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste nelle presenti Norme e nelle Norme Tecniche dello Stato Italiano e recanti la dicitura C.E..

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'Impresa.

In caso di difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto dalla Norma specifica.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della Direzione

Lavori, la quale, per i materiali da verificare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

- A. **Acqua:** dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione della norma UNI EN 1008:2003, (D.M. 14/01/2008).
- B. **Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane:** dovranno corrispondere alle prescrizioni:
- della norma della serie UNI EN 197, ovvero di uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA);
 - della legge 26/05/1965 n.595;
 - D.M. del 14/01/2008;
 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione D.p.r. n.246 del 21 aprile 1993;
 - delle "Norme sui requisiti d'accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14/1/1966 modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;
 - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni UNI EN 197-1:2007 (cemento);
 - Valutazione della conformità UNI EN 197-2:2001 (cemento);
 - d'altre eventuali successive Norme che dovessero essere emanate dai competenti Organi.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Durante il corso della fornitura dei leganti, la Direzione Lavori farà eseguire periodicamente, da laboratori ufficiali o da altri laboratori di sua fiducia, prove su campioni di leganti prelevati in contraddittorio con l'Impresa stessa.

Le spese per il prelievo, la formazione, l'invio dei campioni, le prove, gli esami e le relative certificazioni, sono a cura e spese dell'Impresa.

- C. **Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie** (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni): dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione del DPR n.246/93, ovvero conformi secondo le norme europee UNI EN12620:2008 e UNI EN 13055-1:2003 (D.M. in vigore).

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. 14/01/2008 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate nelle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005.

- D. Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 63-2002 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme d'esecuzione lavori.
- E. Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni:** dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti dalla relativa norma di riferimento. Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi d'elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdita di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.
- F. Materiali ferrosi:** saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto. Gli acciai per c.a. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione a quanto prescritto nel D.M. 14/01/2008. In particolare si può fare riferimento alle indicazioni contenute nelle norme UNI EN 10080:2005 per gli acciai per c.a. e alle UNI EN 10025 per la carpenteria metallica (laminati).
- I profili d'acciaio, senza saldatura, dovranno appartenere al tipo S275 secondo la norma UNI EN 10025-2:2005.
- G. Leganti ed emulsioni bituminosi:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. e norme specifiche relative.
- H. Leganti bituminosi:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.N.R. e norme specifiche relative.
- I. Materiali per opere in verde:**
- 1. Terreno vegetale:** il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1.00m. Qualora il prelevamento della terra sia fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm. L'Impresa, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori. La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Impresa.
 - 2. Concimi:** i concimi minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.
 - 3. Materiale vivaistico:** L'Impresa deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati

in zone limitrofe o comunque assimilabili. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

4. *Sementi*: l'Impresa dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti. Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità. Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'Art. 3. Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.
5. *Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni*:
 - materiali per rilevati e/o riempimenti;
 - aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, ecc.;
 - pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, ecc..

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne l' idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Impresa stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

PARTE II: NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

L'Impresa dovrà eseguire le opere in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti, con particolare riferimento alle Norme Tecniche sotto elencate:

- NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008);
- agli ordini che la Direzione Lavori le impartirà, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Committente, in accordo con il Progettista, riterranno di emettere.

Pertanto, fermo restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile dell'esecuzione delle opere. Con cadenza giornaliera e con un anticipo minimo di 48 (quarantotto) ore, rispetto allo svolgersi delle lavorazioni, l'Impresa dovrà comunicare in forma scritta alla Direzione Lavori, quali di queste ultime intenderà intraprendere. L'Impresa dovrà attenersi al cronoprogramma di progetto. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta alla Direzione Lavori, indicandone le cause, i potenziali rimedi, le azioni correttive da prevedersi al fine di rispettare il cronoprogramma.

In caso di mancata o omessa redazione e/o trasmissione di cambiamenti apportati al programma, la Direzione Lavori potrà procedere alla verifica ed al controllo di quanto eseguito tramite i mezzi di indagine (distruttivi e non distruttivi) che di volta in volta riterrà più opportuni. Gli oneri per l'esecuzione di ogni controllo supplementare saranno a totale carico dell'Impresa.

La conformità a quanto previsto dal progetto, sarà sancita dalla redazione di un apposito verbale di constatazione, firmato dal Direttore dei Lavori o in sua vece dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali, da lui incaricato e dal Direttore Tecnico dell'Impresa: il verbale riporterà, oltre ai dati identificativi della lavorazione, i tipi e la quantità dei controlli eseguiti.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità esecutive, i materiali, le lavorazioni; in altre parole, nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione delle lavorazioni contenuta nell'Elenco Prezzi, dovrà essere seguito, obbligatoriamente, quanto previsto nelle Norme Tecniche.

Art. 5 Tracciati

Prima di porre mano ai lavori di scavo, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi, in base alla geometria dell'opera rilevabile dalla documentazione grafica a corredo delle presenti norme. A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 6 Scavi

6.1.1 Norme generali

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

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

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Impresa sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, l'Impresa dovrà rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.

Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- a. al taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- b. alla demolizione di massicciate stradali esistenti;
- c. alla demolizione dei muri in pietra a secco od in malta di scarsa consistenza esistenti.

L'Impresa dovrà assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e deflusso delle acque nonché gli esaurimenti, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di Legge.

I materiali provenienti dagli scavi, esuberanti il fabbisogno del lotto o non idonei per essere riutilizzati, dovranno essere portati a rifiuto nelle aree di deposito (discariche) individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.

Nell'eventualità che l'Impresa debba provvedere direttamente al reperimento dell'area di deposito (discarica) dovrà, a sua cura e spese, ottenere la disponibilità delle aree e dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali, secondo quanto proposto dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

Nel caso in cui a seguito di prove eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione lavori, i materiali fossero ritenuti idonei, dovranno essere trasportati in aree di accumulo e custoditi opportunamente.

Le quantità di materiali riutilizzabili dovranno eventualmente essere trattati per ridurli alle dimensioni prescritte, secondo necessità delle presenti Norme, ripresi anche più volte e trasportati nelle zone di utilizzo, a cura e spese dell'Impresa.

In particolare, qualora l'Impresa dovesse eseguire scavi in terreni lapidei, quando fossero giudicati idonei dalla Direzione Lavori, potranno essere riutilizzati, nell'ambito del lotto, per la formazione di rilevati o di riempimenti avendola ridotta a pezzatura di dimensioni non superiori a 30 cm, secondo il disposto delle presenti Norme.

In particolare, infine, per quanto attiene il trattamento delle terre rocce da scavo, è a totale onere dell'Impresa verificarne la tabella di riferimento per il successivo conferimento a discarica o per riutilizzo.

6.2 Scavi di sbancamento

Sono così denominati gli scavi occorrenti per:

- la formazione del sedime d'imposta dei fabbricati, l'apertura della sede stradale e delle opere accessorie, portati a finitura secondo i tipi di progetto;
- gli scavi per le eventuali gradonature di ancoraggio dei rilevati;
- la bonifica del piano di posa;
- lo spianamento del terreno, l'impianto di opere d'arte, il taglio delle scarpate;
- la formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

Art. 7 Demolizioni

7.1 Demolizioni del muro in pietra a secco

La demolizione del muro in pietra è compresa nelle operazioni di scavo come riportato all'Art. 6. La demolizione dell'intera sovrastruttura potrà essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.

7.2 Demolizione di pavimentazione o massiciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature tutte devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie dello scavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

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

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti dello scavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

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.

Art. 8 Reinterri - Rilevati

8.1 Definizione

Si definiscono con il termine di reinterri - rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni oltrechè i reinterri a tergo di manufatti in c.a..

Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che costituiscono i reinterri - rilevati sono quelle indicate dal Progettista.

Nel caso in cui l'Impresa non dovesse reperire i materiali previsti, potrà proporre alla Direzione Lavori e/o Progettista soluzioni alternative che dovranno essere verificate ed accettate.

Resta inteso che l'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori un progetto di dettaglio ad integrazione e conforto del progetto esecutivo nel quale dovrà indicare la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che intende adottare, le modalità esecutive, le sequenze cronologiche degli interventi.

Dovrà fornire inoltre una serie di verifiche di stabilità a breve e lungo termine relative al rilevato e al complesso rilevato terreno di fondazione; dovrà altresì verificare il cedimento totale e differenziale del piano di imposta indicando il decorso dello stesso nel tempo.

8.2 Materiali per la formazione di rilevati - reinterri

L'Impresa dovrà utilizzare i materiali provenienti dalle cave, subordinatamente alle vigenti disposizioni di Legge, all'idoneità dei materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati – reinterri, nonché all'osservanza di eventuali disposizioni della Direzione Lavori.

I materiali di reinterro per la formazione di rilevati dovranno garantire parametri di resistenza meccanici quali:

- angolo d'attrito $\geq 40^\circ$;
- densità in sito $\geq 20 \text{ kN/m}^3$;

da verificarsi in cantiere mediante prove di densità in sito e prove di carico su piastra. Il valore del modulo di carico su piastra nell'intervallo $0.15 \div 0.25$ non dovrà essere inferiore a 40MPa.

Prima di avviare l'impiego a rilevato di eventuali materiali da scavo idonei, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.

Dovranno essere garantite le condizioni di sicurezza per la salute e l'incolumità pubblica per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi.

8.3 Riempimenti

8.3.1 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Potranno essere impiegati materiali di qualsiasi natura fatta eccezione per quelli appartenenti ai gruppi A7 e A8. Sulla base della classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza definita dalle norme UNI EN 13285:2010, UNI EN ISO 14688-1:2003 e UNI EN 13242:2008, di cui si allega tabella.

CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE - TABELLA C.N.R. - UNI 10006

Classificazione generale	Terre ghiaio-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 < 35%							Terre limo-argillose Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri A8
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante al setaccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤ 50 ≤ 30 ≤ 15	-- ≤ 50 ≤ 25	-- ≤ 50 ≤ 10	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35	-- ≤ 35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332 Limite liquido Indice di plasticità	-- ≤ 6	-- N.P.	-- ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 > 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 > 10	> 40 $IP \leq 1.1-30$	> 40 > 10	> 40 $IP > 1.1-30$
Indice di gruppo	0		0	0				≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbia fine	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressib.	Limi fortemente compressibili	Argille poco compressib.	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono							Da mediocre a scadente					Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nulla			Nulla o lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa				Scarsa o nulla					
Identificazione del terreno in sito	Facilmente individuabile a vista		Aspri al tatto incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo Aspri al tatto Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla				Reagiscono alle prove di scuotimento * Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido			Non reagiscono alla prova di scuotimento * Tenaci allo stato asciutto Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		Fibrosi di colore bruno o nero Facilmente individuabili a vista
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi e le argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.													

Come riportato al punto 8.2, i materiali di reinterro per la formazione di rilevati dovranno garantire parametri di resistenza meccanici quali:

- angolo d'attrito $\geq 40^\circ$;
- densità in sito $\geq 20 \text{ kN/m}^3$;

da verificarsi in cantiere mediante prove di densità in sito e prove di carico su piastra. Il valore del modulo di carico su piastra nell'intervallo $0.15 \div 0.25$ non dovrà essere inferiore a 40MPa.

I materiali provenienti da scavi potranno essere impiegati soltanto se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori.

Non è richiesto il conseguimento di una densità minima; il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tale da garantire l'opera da instabilità ed erosioni.

8.3.2 Costruzione del rilevato - reinterro

8.3.2.1 Stesa dei materiali

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

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. Lo spessore di ogni singolo strato sciolto sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.

Comunque, tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantumate;
- 30cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

8.3.2.2 Compattazione

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1.5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHTO Mod.

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro, l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quell'adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà 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.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

8.3.2.3 Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nell'esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

8.3.2.4 Prove di controllo ed autorizzazione

Prima che sia messo in opera uno strato successivo, ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti, ovvero il terreno di riporto dovrà garantire parametri di resistenza meccanici quali:

- angolo d'attrito $\geq 40^\circ$;
- densità in sito $\geq 20 \text{ kN/m}^3$;

da verificarsi in cantiere mediante prove di densità in sito e prove di carico su piastra. Il valore del modulo di carico su piastra nell'intervallo $0.15 \div 0.25$ non dovrà essere inferiore a 40 MPa

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

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa.

Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno.

È comunque richiesto che fra le prove indicate almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio Ufficiale.

Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.

Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori.

Tutti gli oneri conseguenti all'effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

Art. 9 Micropali

9.1 Generalità

Tali strutture devono rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti oltre alle norme geotecniche EN specialistiche citate in precedenza.

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

9.2 Definizione, soggezioni geotecniche e idrogeologiche

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a 250mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

La modalità esecutiva ammessa per la formazione del fusto è con *tecnica di riempimento a gravità*.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

9.3 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

9.4 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

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

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

9.5 Perforazione

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercolazione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

La perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

- bentonite/acqua: 0.05÷0.08;
- cemento/acqua: 0.18÷0.23.

In ogni caso la perforazione sotto falda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

9.6 Confezione e posa delle armature tubolari

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Si useranno tubi $\phi 114.3$ / spessore 8 e 10 mm di acciaio S 275 H, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati.

Le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 2.0 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

9.7 **Formazione del fusto del micropalo**

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del preforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota dell'intradosso del cordolo.

9.7.1 **Riempimento a gravità**

Il riempimento del preforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscele con il fluido di perforazione.

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

L'armatura tubolare dovrà presentare, in corrispondenza della punta, 2÷4 finestre per migliorare la fuoriuscita della malta di riempimento.

9.7.2 **Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali**

Le miscele di cemento di intasamento del foro di perforazione per posa armatura dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Rapporto acqua/cemento: < 0.5.
- Classe di resistenza: > 25/30 MPa.

In ogni caso conformi alle NORME 445/446/447:2007.

L'aggregato dovrà essere costituito da sabbia fine lavata per le malte dei micropali riempiti a gravità.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 kg di cemento 32.5 o 32.5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32.5 o 32.5R tipo III o IV;
- per le paste, 900 kg di cemento 32.5 o 32.5R tipo II per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32.5 o 32.5R tipo III o IV.

In presenza di particolari condizioni operative ed ambientali, si dovrà fare uso di cementi tipo 42.5 o 42.5R del tipo consono all'aggressività ambientale rilevata. Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere superfluidificanti non

aeranti ed eventualmente bentonite; quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

In presenza di acque di falda che possono sortire effetti dilavanti si potrà impiegare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, un additivo ad attività pozzolanica con effetto antidilavante non tossico, non nocivo, non inquinante.

L'impiego di additivi comporterà la riduzione dell'acqua di impasto nelle quantità indicate dal produttore degli additivi stessi.

9.8 Prove di controllo

9.8.1 Controlli in corso d'opera

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di imposta dell'opera, verrà effettuato in doppio modo:

- a. in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b. in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq 0.10\text{m}$; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata, nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro $\geq 30\text{ mm}$.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e 2.65 g/cm^3 quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Il numero di prelievi e le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle richieste della Direzione Lavori.

9.8.1.1 Misure del peso specifico

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore.

Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

9.8.1.2 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori. Esempi di schede registrazione e documentazione lavori possono essere dedotti, a titolo esemplificativo, dalla UNI EN 14199:2005.

9.8.2 Prove di carico

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11/3/88.

Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere pari ad almeno 1 per sito.

La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque si dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Poiché tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a quel valore del carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura del terreno. Ove ciò non sia possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari 1.5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori sino a 2.5 volte.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione, la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120° attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3.0m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2.0m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabiliti dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

9.8.3 Controlli non distruttivi

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

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

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

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

9.8.3.1 Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro $\geq 800\text{mm}$.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali. I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti

entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi. Nei fori si dovranno inoltre eseguire delle misure inclinometriche, al fine di ricavare la distanza tra foro trasmittente ed il foro ricevente.

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

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $\leq 1200\text{mm}$ ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

9.8.3.2 Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60mm.

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

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

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

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

9.8.3.3 Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0÷5.0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Art. 10 Barre auto perforanti

10.1 Definizioni e scopo

Le barre autopercoranti sono elementi strutturali passivi integralmente connesse al terreno; essi dovranno rispondere alle norme prescritte dal D.M. 11/03/1988 e successivi aggiornamenti.

Le barre si compongono delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto passivo che trasmette al terreno le forze di trazione del chiodo;
- il tratto terminale dell'ancoraggio dotato di un bit a perdere come "autopercorante".

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto le barre autopercoranti dovranno essere di tipo *permanente* e garantire così una durata della funzionalità maggiore od uguale a 24 mesi.

Le caratteristiche geometriche e strutturali delle barre sono definite nell'elaborato progettuale T08. Dovranno essere del tipo RBS 32 Standard o equivalenti e comunque avere le caratteristiche riportate in Tabella 1.

Tabella 1. Caratteristiche Barre Autopercoranti.

CARATTERISTICHE	VALORE MINIMO Ø 28	VALORE MINIMO Ø 32
Resistenza a rottura	230 kN	275 kN
Resistenza a snervamento	200 kN	240 kN
Diametro nominale	28.0 mm	32.0 mm
Sezione media	360 mm ²	411 mm ²
Peso	2.80 kg/m	3.30 kg/m
Tensione a rottura	650 kN/mm ²	650 kN/mm ²
Tensione a snervamento	580 kN/mm ²	580 kN/mm ²

10.2 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le modalità di posa in opera delle barre autopercoranti dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti < 3 °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti < 6 ;
- il contenuto in CO₂ disciolta nell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in NH₄ dell'acqua risulti > 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti > 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti > 600 mg/l o > 6000 mg/kg di terreno secco;
- le barre autoperforanti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza ≤ 300 m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'Impresa dovrà certificarne l'idoneità.

10.3 Materiali ed elementi costruttivi

10.3.1 Acciai e dispositivi di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione delle barre di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M. in vigore emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

Le barre autoperforanti ed i dispositivi di bloccaggio, al momento del loro arrivo in cantiere dovranno essere corredati della certificazione d'origine riferita ad ogni loro componente (barra, guaine, piastre, etc.). Qualora così non fosse la fornitura non verrà accettata ed immediatamente allontanata, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

In corso d'opera si eseguiranno controlli sulle barre, prelevando anche campioni di guaina protettiva se prevista in acciaio e di piastre, nella misura di un prelievo per ogni fornitura giunta in cantiere.

La barra, a filettatura continua, tipo RBS 32 R o equivalente presenta un diametro esterno pari a 31.3mm e diametro del foro interno pari a 20mm, sviluppato per tutta la lunghezza dell'ancoraggio. L'acciaio ha resistenza meccanica allo snervamento di 560 N/mm² ed un carico di rottura 720 N/mm². Le barre sono costituite da spezzoni della lunghezza da 2.0m a 12.0m che, abbinati tra loro, andranno a costituire l'ancoraggio della lunghezza desiderata; la giunzione tra i vari elementi verrà eseguita mediante l'impiego di un manicotto, filettato internamente, del diametro di 42mm e lunghezza di 160mm. Il solo spezzone terminale dell'ancoraggio così definito, è dotato di una punta di perforazione sacrificale al fine di facilitarne il suo inserimento nel terreno durante le operazioni di posa in opera.

10.3.2 *Miscela di iniezione: composizione e controlli*

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione:

- cemento tipo II 32.5 o 32.5R in presenza di ambiente non aggressivo: 100 kg;
- cemento tipo III A 32.5R oppure IV A 32.5R in presenza di ambiente aggressivo: 100 kg. Non sono ammessi cementi di tipo I 42.5 o 42.5R oppure 52.5 o 52.5R;
- rapporto a/c: 0.3÷0.5.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro inferiore allo 0.05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0.15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI EN 206-1:2006. Il filler dovrà presentare un passante al setaccio con apertura 0.075 mm inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

Non sono ammessi additivi acceleranti di presa a base di cloruri.

Qualora si verificasse l'esigenza di ottenere resistenze elevate alle brevissime od alle brevi stagionature (1 d, 3 d o 7 d), anche in presenza di temperature minori di 5°C, oppure in casi particolari in cui si verificano critiche condizioni al contorno (acque di falda in condizioni dinamiche, terreni fortemente assorbenti, che possono ostacolare la connessione del tirante e provocare lo sfilamento dello stesso in fase di tesatura, oppure di eccezionale aggressività ambientale ecc.), la Direzione Lavori potrà ordinare all'Impresa l'utilizzo di malte cementizie premiscelate con granulometria dell'inerte pari a 0÷0.3mm max, monocomponenti formate da leganti solfato resistenti, additivi superfluidificanti ed espansivi.

10.4 **Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di $\pm 2^\circ$;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale della barra e la lunghezza del tratto d'ancoraggio dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

10.5 **Posa in opera**

Il solo spezzone terminale della barra autoperforante è dotato di una punta di perforazione sacrificale al fine di facilitarne il suo inserimento nel terreno durante le operazioni di posa in opera. La barra di ancoraggio sarà inserita direttamente nel terreno, mediante percussione e l'impiego di un martello pneumatico del tipo leggero dotato di apposito adattatore idoneo all'operazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua; sarà successivamente solidarizzata al terreno mediante un sistema di testata costituito da una piastra di ripartizione ed un dado di ancoraggio opportunamente serrato. La barra sarà infine iniettata a pressione, con

miscela di acqua e cemento in rapporto in peso 0.3-0.5 senza inerte, ed in quantità tali da garantirne il fissaggio al terreno; saranno utilizzati cementi di classe 32MPa. La lunghezza e relativa distribuzione degli ancoraggi saranno in funzione della natura, consistenza e caratteristiche dei terreni e dovrà risultare conforme al progetto.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000.

10.6 Protezioni anticorrosive in opera

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela, dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni.

Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

10.7 Documentazione dei lavori

Per ogni barra dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione e delle barre;
- tipo e dimensioni delle barre;
- quantità di malta iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurate come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello e tempestivamente trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

Art. 11 Sistema di Rafforzamento di Parete ad “Ombrello”

11.1 Elemento Consolidatore Monoancoraggio Dimensioni 3.60 x 3.10 m

Fornitura, come da progetto ed in base alle indicazioni impartite in sede esecutiva dalla D.L., di barriere per la stabilizzazione di versanti in frana e debris flow tipo “ERDOX Betonform” costituite da:

- n. 2 travi HE120B in profilato di acciaio Fe 430, di sviluppo pari a circa 4600 mm, intagliate ed immorsate tramite piastre per incrocio elementi a formare una croce di S. Andrea; una delle due travi è interrotta a metà per consentirne la chiusura in fase non operativa.
- piastra anteriore 330 x 260 mm sp. 10 mm con fori (dimensioni come da verifica di progetto) per alloggiamento bulloni ;
- piastra posteriore 330 x 260 mm sp. 10 mm con fori (dimensioni come da verifica di progetto) per alloggiamento bulloni e giunto sferico;
- pannelli di rete in fune realizzati con doppia fune di tessitura ad anima metallica del diametro Ø 8 mm (6x7 WS) (norme UNI ISO 10264-2 CLASSE B ; UNI ISO 2408). Tali funi ad anima metallica con resistenza nominale del filo non inferiore a 1770 N/mm² e carico di rottura della fune minimo 40,3 kN, saranno ordite separatamente in due passaggi successivi in modo da formare maglie romboidali di lato nominale 300 × 300 mm.

Gli incroci dell'orditura sono rinforzati in modo da opporsi ad un'eventuale sollecitazione statica o dinamica, tendente a deformare il pannello. I rinforzi sono costituiti da nodi in doppio filo di acciaio del diametro Ø 3 mm conforme alla norma EN 10218-1, 2 e galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244-2 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 255 g/m². I fili sono intrecciati meccanicamente in fase di produzione su entrambi i lati del pannello (doppia legatura con doppio filo). Il nodo, od altro sistema di chiusura, dovrà essere in grado di garantire una resistenza alla rottura (prova di trazione statica a strappo) non inferiore a 23 kN, resistenza che dovrà essere rilevata da idonea certificazione in originale da fornire alla Direzione Lavori. Alle estremità delle funi di orditura è realizzata un'asola chiusa con un manicotto di giunzione a forma cilindrica (EN 13411-3) in alluminio Al 5150 A. Tali manicotti saranno pressati in modo tale da garantire una resistenza pari a 90 % del carico di rottura della fune.

A loro volta le asole e i vertici esterni delle maglie di orditura sono resi solidali, mediante manicotti di giunzione con forma aperta a C in alluminio Al 6060 T5 pressati in modo tale da garantire una resistenza pari a 90 % del carico di rottura della fune, alla fune perimetrale di diametro Ø 12 mm (6x19 FC) (norme UNI EN 10264-2 CLASSE B; UNI ISO 2408), ad anima metallica con resistenza nominale del filo non inferiore a 1770 N/mm² e carico di rottura della fune minimo 84,1 kN.

- tirante centrale di ancoraggio, realizzato con tubolare in acciaio tipo Fe 360, diametro esterno 88,9 mm, spessore 5 mm, lunghezza variabile da 4000 a 6000 mm, secondo le indicazioni di progetto, completo in testa di chiocciola di alloggiamento del giunto sferico;
- nodo di ancoraggio a terra, realizzato in acciaio Fe 430, zincato a caldo secondo normativa UNI 1461-99, sagomato come da disegno esecutivo, completo di spinotto di collegamento;

- n. 4 funi di controvento di diametro 16 mm, realizzate in acciaio zincato e con anima in acciaio con resistenza pari a 1770 N/mm², complete di redance e serrate con manicotti a pressione e/o morsetti in acciaio zincato posizionati secondo le indicazioni della D.L.;
- rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm² e allungamento inferiore al 9%, avente un diametro pari a 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco – Classe A, con un quantitativo non inferiore a 255 g/m².
Saldamente ancorata al pannello di rete strutturale, a coprire tutto il pannello ed avente sviluppo a fondo scavo pari a circa 1500 mm .
A richiesta rete tipo “Mac Mat” a ricoprimento del paramento anteriore (con sovrapprezzo).
- piastra di ancoraggio in C.A., dove prevista;
- struttura zincata UNI 1461-99.

Il tutto in opera (le strutture arrivano in cantiere parzialmente preassemblate in kit di montaggio), compresa la fornitura degli agganci a morsetto per l'eventuale collegamento con elementi contigui, morsetti di serraggio, bulloni muniti di dado, spinotti, perni e quanto altro necessario per dare la struttura completa secondo quanto risultante dai calcoli di dimensionamento esecutivo e dagli elaborati grafici di progetto, compreso il trasporto su strada camionabile in area prossima al luogo di installazione, ed installazione nel luogo predisposto.

Art. 12 Pannello Drenante Tipo “Gabbiodren” con tubo microfessurato e collettore di fondo

12.1 Elemento Drenante ad alte prestazioni Idrauliche/Meccaniche 100x30 per terreni argillosi-limosi e granulari

Pannello da 0.60 mc (200x100x30cm) ad alte prestazioni idrauliche e meccaniche costituito da un involucro scatolare in rete metallica a doppia torsione rivestito con geotessile tessuto monofilamento ritentore e riempito in ciottoli di polistirolo non riciclato da utilizzare con funzione di drenaggio.

Lo scatolare metallico sarà costituito da rete metallica a doppia torsione tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (ZN.AL5%) conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 g/m²; in accordo con le “Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione” emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006.

Il geotessile di rivestimento sarà un tessuto monofilamento 100% polietilene alta densità con massa areica ≥ 140 gr/m² (EN ISO 9864), apertura dei pori caratteristica O 90 85 μ m (EN ISO 12956), permeabilità normale al piano ≥ 180 l/m²sec ViH50 (EN ISO 11058), resistenza longitudinale a rottura ≥ 22 kN/m e trasversale ≥ 12 kN/m con allungamenti corrispettivi pari a 35% e 20% (EN ISO 10319).

Il nucleo drenante sarà realizzato in trucioli di polistirolo vergine di prima produzione non riciclato imputrescibile e chimicamente inerte all'acqua. Le dimensioni medie dei trucioli dovranno essere non inferiori a 10 x 20 mm.

Il pannello dovrà garantire le seguenti prestazioni idrauliche certificate dal produttore:

Portata transitante Q (l/s)

2.0 3.9 8.0 9.9 12.0 15.9 20.0 24.0

Gradiente idrico $\Delta h/L$ corrispondente

0.006 0.013 0.040 0.059 0.083 0.139 0.200 0.298

Il pannello sarà posato ad una profondità di circa 3.50/5.00 m da p.c. fino alla quota prevista per la sommità del pannello ed uno scavo in sezione ristretta con sponde verticali o sub verticali fino a raggiungere la quota prevista per la base del pannello.

Sono compresi i fili di legatura in ferro zincato, le fascette di sovrapposizione in geotessile e la posa del pannello e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Non sono compresi lo scavo di sbancamento, il successivo reinterro con materiale disponibile in loco e lo smaltimento del materiale non utilizzato. Fornitura, come da progetto ed in base alle indicazioni impartite in sede esecutiva

12.2 Elemento Drenante ad alte prestazioni Idrauliche/Meccaniche 100x30 ad elevata capacità di smaltimento idraulico in ter. argillosi-limosi e granulari

Pannello da 0.60 m³ (200x100x30cm) ad alte prestazioni idrauliche e meccaniche ed elevata capacità di smaltimento idraulico costituito da un involucro scatolare in rete metallica a doppia torsione rivestito internamente con geotessile tessuto monofilamento ritentore, riempito in ciottoli di polistirolo non riciclato imputrescibile con funzione di drenaggio, avente preassemblato alla base un tubo fessurato a doppia parete.

Lo scatolare metallico sarà costituito da rete metallica a doppia torsione tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (ZN.AL5%) conforme alla EN 10244 - Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 g/m²; in accordo con le "Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006.

Il geotessile di rivestimento sarà un tessuto monofilamento 100% polietilene alta densità con massa areica ≥ 100 gr/m² (EN ISO 9864), apertura dei pori caratteristica O 90 300 μ m (EN ISO 12956), permeabilità normale al piano ≥ 180 l/m²sec ViH50 (EN ISO 11058), resistenza longitudinale a rottura ≥ 22 kN/m e trasversale ≥ 12 kN/m con allungamenti corrispettivi pari a 35% e 20% (EN ISO 10319).

Il nucleo drenante sarà realizzato in trucioli di polistirolo vergine di prima produzione non riciclato imputrescibile e chimicamente inerte all'acqua. Le dimensioni medie dei trucioli dovranno essere non inferiori a 10 x 20 mm.

Il tubo microfessurato, collettore di fondo, è preassemblato internamente alla base del pannello. La materia prima è polietilene ad alta densità corrugato nella parte esterna con fenestrazione radiale e a doppia parete con camera liscia interna in polietilene a bassa densità. Il tubo fessurato presenta diametro esterno di 160mm e interno di 137mm.

Il pannello sarà posato ad una profondità di circa 3.50/5.00 m da p.c. fino alla quota prevista per la sommità del pannello ed uno scavo in sezione ristretta con sponde verticali o sub verticali fino a raggiungere la quota prevista per la base del pannello.

Sono compresi i fili di legatura in ferro zincato, le fascette di sovrapposizione in geotessile e la posa del pannello e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Non sono compresi lo scavo di sbancamento, il successivo reinterro con materiale disponibile in loco e lo smaltimento del materiale non utilizzato.

Art. 13 Pannello Monolitico con Rivestimento in Pietra

13.1 Elemento Monolitico Rivestito in pietra di spessore 20 cm

“PANNELLO MONOLITICO CON RIVESTIMENTO” prefabbricato in C.A.V. con C32-40 con funzione di muro di sostegno (verticale o inclinato), di spessore 20-35cm; compreso il rivestimento della faccia a vista in pietrame disposto a opera incerta o corsi regolari, con fuga grezza rientrante, con l'eventuale predisposizione di nicchie laterali al pannello atte al mascheramento in opera del giunto verticale e di fori per il drenaggio dell'acqua.

L'elemento avrà moduli standard da 200-240-400cm (o moduli speciali su richiesta).

L'armatura è costituita da reti elettrosaldate \varnothing 6-820x20, da ferri sagomati strutturali inseriti nella lastra (come da progetto) sporgenti nella parte bassa per l'ammorsamento del pannello alla fondazione integrativa e da idonei ganci di sollevamento. La misurazione di ogni singolo elemento avverrà sul rettangolo regolare circoscritto (compresa la parte integrata nella fondazione) per superfici non inferiori a 1,5 metri quadrati.

Pannelli con fornitura sassi per mascheramento giunti, ponteggi, puntelli, cunei e quanto altro necessario per il montaggio del pannello.

Art. 14 Conglomerati cementizi semplici e armati

14.1 Materiali

14.1.1 Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento tipo I: cemento Portland con una percentuale di *clinker* pari ad almeno il 95% (UNI EN 197-1:2007);
- cemento tipo II: cemento Portland composito (previsti 19 sottotipi) con una percentuale di *clinker* di almeno il 65% (UNI EN 197-1:2007).

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio, oltre che C.E.. A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n.595, D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 300 t o frazione).

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si dovrà far riferimento a quanto previsto nelle norme UNI 9606:1997, 9156:1997 e 10517 e al successivo 14.8.3.

Ad ogni carico di cemento giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, copia fotostatica del Documento di Trasporto ed il certificato d'origine prodotto dalla cementeria, attestante la conformità alle vigenti norme sulle caratteristiche del legante. Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

È ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

14.1.2 Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nelle rispettive norme EN di riferimento.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio potranno essere impiegati gli aggregati della categoria A e B di cui alla Norma UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima, salvo particolari deroghe di carattere eccezionale che la Direzione Lavori, previa attenta valutazione delle locali condizioni di reperibilità degli aggregati, potrà concedere esclusivamente riguardo ai valori di perdita in massa per abrasione; in caso di deroga, la classe di resistenza progettualmente prevista, esclusivamente per i

conglomerati cementizi di tipo I e II, dovrà essere aumentata di 5MPa, all'Impresa nulla sarà dovuto per questo aumento di classe.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, quarzo ad estensione ondulata, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la Tabella 2).

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3:2004) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella Tabella 2 e comunque almeno una volta all'anno.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520-22:2002, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Tabella 2. Caratteristiche degli Aggregati.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI EN 1367-1:2007	perdita di massa <4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI EN 1097-2:2010	perdita di massa L.A. 40%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI EN 1367-2:2010	Perdita di massa dopo 5 cicli <10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1:2010	SO ₃ < 0.05%
Presenza di argille	Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8:2000 UNI EN 933-9:2009	ES > 80 VB < 0.6 cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina e quarzo ad estinzione ondulata	Analisi petrografica	UNI EN 932-3:2004	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1:2010	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dello aggregato - metodo chimico; Potenziale attività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520-22:2002	UNI 8520-22 Punto 4 UNI 8520-22 Punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1:2010	Cl < 0.05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3:2004	Cf>0.15 (Dmax=32 mm) Cf>0.12 (Dmax=64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m ³ di aggregati impiegati.		

Nella Tabella 2 sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3:2004, minore di 0.15 per un D_{max} fino a 32mm.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (D_{max}) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0.25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5mm;
- minore di 1.3 volte lo spessore del copriferro tranne che per interni di edifici (norma UNI 8520-1:2005 e 8520-2:2005).

14.1.3 Acqua di impasto

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'Art. 4.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tener conto dei limiti previsti dalla norma UNI EN 1008:2003 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0.1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della norma UNI EN 1008:2003).

14.1.4 Additivi

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle norme UNI EN 934-2:2009.

Nel caso di uso di additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità. Ad ogni carico di additivo giunto in cantiere, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione lavori, copia fotostatica del documento di trasporto ed il certificato d'origine fornito dal produttore, che attesti la Conformità, a quanto preliminarmente approvato, circa le caratteristiche dell'additivo.

La quantità di additivo liquido che superi 3.0 l/m³ di calcestruzzo deve essere presa in conto nel calcolo del rapporto a/c.

Gli additivi dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nel premiscelatore in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

14.2 Classi di resistenza dei conglomerati cementizi

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, vengono presi in considerazione classi di conglomerato cementizio secondo la norma UNI EN 206-1:2006 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004.

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza caratteristica cubica R_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 gg effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con \varnothing max fino a 32mm, o di 200mm di lato per aggregati con \varnothing max maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150mm di diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} e yy il valore della resistenza caratteristica cubica R_{ck} , entrambi espressi in N/mm² (1 N/mm² = 10 Kg/cm²).

Tabella 3. Classi di resistenza del calcestruzzo.

CLASSE DI RESISTENZA	Fck [N/mm ²]	Rck [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	

14.3 Classi di esposizione ambientale

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche. A seconda di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella Tabella 4 (riportata dalle Linee Guida Ministeriali).

Tabella 4. Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo (secondo le Linee Guida Ministeriali).

CLASSE	AMBIENTE DI ESPOSIZIONE	ESEMPI DI CONDIZIONI AMBIENTALI
1 - Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco al calcestruzzo		
X0	molto secco	Interni di edifici con umidità relativa molto bassa
2 - Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo		
XC1	Secco	Interni di edifici con umidità relativa bassa
XC2	bagnato, raramente secco	Parti di strutture di contenimento liquidi; fondazioni
XC3	umidità moderata	Interni di edifici con umidità da moderata ad alta; calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia
XC4	Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette a contatto con acqua non comprese nella classe XC2
3 - Corrosione indotta dai cloruri		
XD1	umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri
XD2	bagnato, raramente secco	Piscine; calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti; pavimentazioni; parcheggi per auto
4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare		
XS1	Esposizione alla salsedine marina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture sulla costa o in prossimità
XS2	Sommerse	Parti di strutture marine
XS3	nelle zone di maree, nelle zone soggette a spruzzi	Parti di strutture marine
5 - Attacco da cicli di gelo/disgelo		
XF1	grado moderato di saturazione, in assenza di agenti disgelanti	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo
XF2	grado moderato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo e ad agenti disgelanti nebulizzati nell'aria
XF3	grado elevato di saturazione, in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali esposti alla pioggia e al gelo
XF4	grado elevato di saturazione, in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali e orizzontali esposte al gelo e a spruzzi d'acqua contenenti sali disgelanti
6 - Attacco chimico		
XA1	Aggressività debole	
XA2	Aggressività moderata	
XA3	Aggressività forte	

Le resistenze caratteristiche R_{ck} del calcestruzzo ed il massimo rapporto a/c riportati in Tabella 5 sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati e alla classe d'esposizione (Tabella 4):

Tabella 5. Caratteristiche del calcestruzzo (Secondo Linee Guida).

CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	MASSIMO RAPPORTO a/c	Rck minima [N/mm ²]
XS2 XS3 XA3 XD3 XF4	0.45	45
XS1 XD2 XA2 XC4 XF2 XF3	0.50	40
XA1 XD1 XC3 XF1	0.55	37
XC1 XC2	0.60	30

(1) Per ambiente molto secco (U.R. < 45%, classe di esposizione X0) è ammesso l'uso di calcestruzzo Rck 20.

Le miscele non dovranno presentare un contenuto di cemento minore di 280kg/mc. La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di R_{ck} e a/c di Tabella 5 possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Nel caso di calcestruzzi soggetti a cicli di gelo e disgelo (classi di esposizione ambientale XF) si dovranno applicare le prescrizioni integrative del 14.8.2.

Nel caso di calcestruzzi soggetti ad attacco chimico (classi di esposizione ambientale XA) si dovranno applicare le prescrizioni integrative del 14.8.3.

14.4 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza del D.M. 14/01/2008.

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato, relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- classe di esposizione in funzione delle condizioni ambientali ("Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" edite dal Servizio Tecnico Centrale del consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e UNI ENV 206-1:2006 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004);
- classe di resistenza caratteristica a compressione f_{ck} o R_{ck} ;
- preparazione, forma dimensioni e stagionatura dei provini di calcestruzzo (UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002);
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI EN ISO 6134:2005, UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002);
- durabilità delle opere (UNI 8981 "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" edite dal Servizio Tecnico Centrale del consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, norme UNI EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004);

- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI EN 12350-2:2009);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520-2:2005);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- eventuali tipi di additivi e di aggiunte minerali e relativi dosaggi ottimali da utilizzarsi;
- resistenza a trazione per
 - prove di flessione secondo UNI EN 12390-5:2009 o metodo dimostrato equivalente;
 - prove di trazione diretta;
 - prove di trazione indiretta secondo UNI EN 12390-6:2010 o metodo dimostrato equivalente;
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556:1976);
- determinazione contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12390-7:2009);
- ritiro idraulico (UNI 11307:2008);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087:2002);
- impermeabilità (prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito UNI EN 12390-8:2009);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 5°C);
- in caso di maturazione accelerata a vapore: descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che l'Impresa intenderà utilizzare.

L'Impresa dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a. i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b. la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c. il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d. la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e. i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f. lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g. i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti sopra riportati.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a, b, c ed f.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama il D.M. 14/01/2008, la Norma UNI ENV 206-1:2006 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI ENV 206-1:2006 modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma; tutto ciò dicasi anche per il calcestruzzo non strutturale utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che dovrà essere confezionato con materiali idonei ed avere classe di resistenza \geq di 12/15 MPa.

14.5 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica come previsto da D.M. 14 gennaio 2008.

14.6 Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione della norma UNI EN 12390 (D.M. 14/01/2008).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera, per ogni singola parte di essa e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Per ogni prelievo eseguito dovranno essere confezionati minimo 4 provini per le strutture in c.a..

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori, o del Responsabile Controllo Qualità Materiali da lui incaricato e dell'Impresa, nei

modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2009).

Con i provini della prima serie (coppia) di prelievi, verranno effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche all'epoca di stagionatura di 7 giorni per i cementi armati.

Potranno inoltre essere confezionati e sottoposte a prova ulteriori quantità di provini secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori. I risultati delle prove di rottura, effettuati sui provini della prima serie (coppia) di prelievi, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di maturazione accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata negli elaborati progettuali.

Nel caso che, la resistenza caratteristica ricavata dalle prove della prima serie di prelievi, risultasse essere inferiore a quella prevista, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali, sui provini della seconda serie di prelievi, risultasse un valore (f_{ck} o R_{ck}) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nulla sarà dovuto all'Impresa se la resistenza (f_{ck} o R_{ck}) risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

14.7 Ritiro idraulico

Il ritiro idraulico del conglomerato cementizio, determinato con le modalità di cui alla UNI 11307:2008, dovrà essere inferiore a 0.03% con riferimento ad una stagionatura (al 50% di umidità relativa e $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ di temperatura) del conglomerato cementizio di 28 d dal confezionamento.

14.8 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati, di cloruri, anidride carbonica aggressiva ecc..

14.8.1 Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$

I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo di Tabella 4 e Tabella 5, sono indicati in Tabella 6. La tolleranza di posizionamento delle armature h , nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5mm.

Il copriferro nominale deve essere specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.

Tabella 6. Copriferro minimo consigliato e classi di esposizione.

AMBIENTE	CLASSE DI ESPOSIZIONE	c_{min} [mm]
Molto secco / secco	X0	15
Umido senza gelo	XC1 XC2	20
Debolmente aggressivo	XC3 XA1 XD1	30
Umido con gelo	XF1	
Marino senza gelo Moderatamente aggressivo	XS1 XD2 XA2 XC4	
Umido con gelo e sali disgelanti	XF3	
Marino con gelo	XF2	40
Fortemente aggressivo	XS2 XS3XA3 XD3 XF4	

14.8.2 Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo

Per migliorare la resistenza dei calcestruzzi ai cicli gelo-disgelo l'impiego di additivi aeranti potrà essere autorizzato solamente se:

- gli additivi sono conformi alla norma UNI EN 934-2:2009;
- l'immissione dell'aerante avviene contemporaneamente al caricamento di almeno il 50% dell'acqua aggiunta.

Si dovrà evitare ogni disomogenea distribuzione delle microbolle d'aria nell'impasto, che possa comportare nella struttura volumi di calcestruzzo aventi

caratteristiche variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera.

La quantità percentuale d'aria inglobata, determinata sul calcestruzzo fresco prelevato dal getto dopo la vibrazione dovrà essere pari al 3% per le classi di esposizione XF2, XF3 e XF4.

Qualora prescritto dal Progettista i calcestruzzi esposti a cicli gelo-disgelo dovranno essere sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione secondo norma UNI 7087:2002: la riduzione del modulo elastico non dovrà risultare superiore al 30% del valore iniziale del campione di riferimento.

Se l'importanza dell'opera o le condizioni di esposizione lo giustificano, il Progettista potrà richiedere prove di resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione, da eseguirsi in laboratorio con le modalità della norma ISO 7031 su provini stagionati nelle stesse condizioni della struttura o su carote estratte dalla struttura al termine della stagionatura: la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua dovrà essere minore di 20mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50mm.

14.8.3 Reazioni alcali-aggregato

Il Progettista, in base all'esperienza locale o all'identificazione delle caratteristiche mineralogiche degli aggregati secondo quanto previsto nella norma UNI 8520, dovrà valutare la possibilità che si manifesti con effetti dannosi nel calcestruzzo la reazione chimica tra gli alcali (ioni sodio Na⁻ e potassio K⁺ presenti in tutti i costituenti delle miscele di calcestruzzo: cemento, aggregati, acqua, additivi e aggiunte) ed eventuali aggregati reattivi, e dovrà determinare il tipo di prevenzione da adottare per impedire il fenomeno.

Nel caso in cui si preveda che l'opera da realizzare possa risultare satura d'acqua, costantemente o frequentemente, le misure preventive adottabili sono:

- scelta di componenti della miscela a basso contenuto di alcali;
- sostituzione di una frazione o dell'intero aggregato reattivo con aggregato inerte;
- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte di tipo II o di idonei additivi a base di sali di litio.

14.8.4 Calcestruzzi esposti ad attacco chimico.

Ai fini di valutare l'eventuale attacco chimico a cui potrebbero essere sottoposti i calcestruzzi, al Committente compete l'onere del preventivo accertamento della presenza e della concentrazione nei terreni e nelle acque di agenti aggressivi di cui alla norma ISO 9690.

Sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti, il Progettista dovrà individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3 (Tabella 7).

Tabella 7. Classi di esposizione ambientale - attacco chimico.

	GRADO DI ATTACCO		
	XA1 (debole)	XA2 (moderato)	XA3 (forte)
Agente aggressivo nelle acque			
pH	6.5 - 5.5	5.5 - 4.5	4.5 - 4.0
CO2 aggressiva [mg/l]	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni ammonio NH4 + [mg/l]	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni magnesio Mg ++ [mg/l]	100 - 300	300 - 1500	1500 - 3000
ioni solfato SO4 -- [mg/l]	200 - 600	600 - 3000	3000 - 6000
Agente aggressivo nel terreno			
ioni solfato SO4-- [mg/kg di terreno seccato all'aria]	2000 - 6000	6000 - 12000	> 12000

Le misure preventive, concordate con il Progettista, dovranno rispettare quanto previsto nelle norme UNI 8981, UNI 9156:1997 e UNI 9606:1997.

Nei calcestruzzi esposti ad attacco chimico la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua sotto pressione, determinata con le modalità previste nella norma ISO 7031 su carote prelevate dalla struttura, dovrà essere minore di 20mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50mm.

14.8.5 **Attacco chimico da parte dei solfati**

I cementi dovranno avere la composizione specificata nella norma UNI 9156:1997.

14.9 **Tecnologia esecutiva delle opere**

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 05/11/1971 n. 1086, nonché delle Leggi 02/02/1974 n. 64 (D.M. 19/06/1984; D.M. 29/01/1985; DM.LL.PP. 24/01/86; D.M. 04/05/1990; D.M. 14/01/2008 con relative istruzioni e successivi aggiornamenti) e le Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI ENV 206-1:2006 modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004.

14.9.1 **Confezione dei conglomerati cementizi**

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi, delle aggiunte minerali e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio e i valori minimi saranno uniformi a quanto riportato nella Norma UNI EN 206-1:2006; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

Alla fine d'ogni turno di lavoro l'Impresa dovrà trasmettere al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporterà la non accettazione del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

La dosatura effettiva degli aggregati e del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno e comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Per l'acqua è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 3% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua degli additivi e delle aggiunte dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento degli additivi e delle aggiunte minerali debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

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

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti d'omogeneità di cui ai successivi paragrafi.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa e reso noto alla Direzione Lavori in sede di prequalifica dei conglomerati cementizi.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta d'additivi fluidificanti, e l'aggiunta sarà registrata sulla bolla di consegna.

Si pone assoluto divieto all'aggiunta d'acqua durante le operazioni di getto.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 0°C, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare, tenuto conto di quanto esposto nel paragrafo che segue.

14.9.2 Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego 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 conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca d'uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con la prova indicata nei seguenti paragrafi. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacalmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

14.9.3 Posa in opera

14.9.3.1 Operazioni di getto

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posto le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento d'eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani d'appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI vigenti; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

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

È poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri siano fissati nell'esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. 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 60cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5 e 30°C.

14.9.3.2 Riprese di getto

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 e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, 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 ritardanti superficiali o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore 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, autorizzati dal Direttore dei Lavori.

14.9.3.3 Getti in clima freddo

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di +5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981-4:1999.

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 alcuni gradi sopra lo zero.

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. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.

14.9.3.4 Getti in clima caldo

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

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

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 autorizzati dal Direttore dei Lavori.

14.9.4 Stagionatura e disarmo

14.9.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nelle Norme UNI vigenti.

La costanza della composizione dei prodotti antievvaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievvaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza 20÷35mm, di diametro d'alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0.5÷1.5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure d'apertura superiore a 0.3mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

14.9.4.2 Disarmo e scasseratura

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione della norma UNI ENV 206-1:2006 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004 (D.M. in vigore).

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI EN 206-1:2006.

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma UNI ENV 206-1:2006 così come modificata ed integrata dalla UNI 11104:2004; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:

- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella Tabella 8 sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

Tabella 8. Durata minima della stagionatura protetta (giorni).

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Temperatura del calcestruzzo [°C]									
Condizioni ambientali durante la stagionatura									
Non esposto ad insolazione diretta o umidità relativa UR dell'aria circostante $\geq 80\%$	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione diretta media o vento di media velocità o UR $\geq 50\%$	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR $< 50\%$	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata in Tabella 9.

Tabella 9. Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo (UNI EN 206-1:2006).

VELOCITÀ DI SVILUPPO DELLA RESISTENZA	RAPPORTO a/c	CLASSE DI RESISTENZA DEL CEMENTO (*)
Rapida	≤ 0.45	42.5 R
Media	≤ 0.50	42.5 N/R - 32.5 R
Lenta	≤ 0.55	42.5 N - 32.5 N/R
Molto Lenta	-----	32.5 N/R

(*) Consigliata

Le durate di stagionatura di Tabella 8 dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo lo scasso mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi.

14.9.5 Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto 14.6 riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono d'ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2:2009. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Impresa o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale.

Ad ogni controllo sarà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzioni Lavori.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 1 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 23cm.

Per abbassamenti inferiori a 2cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5:2009 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3:2009.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta s'impieghi un additivo aerante e dovrà essere effettuata sul contenuto d'ogni betoniera, dal personale del laboratorio dell'Impresa e dal personale del laboratorio della Direzione Lavori; quando il contenuto percentuale d'aria microocclusa non sarà quello preliminarmente stabilito, l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere.

Sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto d'eventuali manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Essa sarà eseguita secondo la Norma UNI EN 12350-7:2009.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo le Norme UNI vigenti, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull out con tasselli Fischer, contenuto d'aria da aerante, ecc..

14.9.6 Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego d'opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. In assenza di tali distanziatori la Direzione lavori non darà il proprio assenso all'inizio delle operazioni di getto.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme d'esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per le costruzioni" (D.M. 14 gennaio 2008) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n.1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3cm.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza d'acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4cm.

Le gabbie d'armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0.6mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza d'acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

14.10 Tipologia strutturale e classificazione calcestruzzo

14.10.1 Cemento per micropali

Il cemento, di tipo I o II, per la realizzazione dei micropali deve avere le caratteristiche riportate nel punto 9.7.

14.10.2 Cemento per barre autoporforanti

Il cemento, di tipo I o II, per la realizzazione dei micropali deve avere le caratteristiche riportate nel punto 10.3.2.

14.10.3 Calcestruzzo per c.a.

CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Per la tipologia strutturale in oggetto si prescrive un calcestruzzo avente le seguenti caratteristiche:

Tipologia strutturale	CALCESTRUZZO PER C.A.
Classe di resistenza necessaria Rck	≥ 30 N/mm ²
Denominazione della classe e descrizione dell'ambiente di esposizione	XC2: bagnato, raramente
Classe di esposizione (determinata secondo Linee Guida)	XC2
Rapporto a/cmax	0.60
Classe di consistenza	S4
Diametro max. aggregati	32 mm

CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO

1. Cemento: i cementi prescritti devono essere conformi alla UNI-EN 197-1:2007, controllati e certificati secondo la normativa vigente.
2. Aggregati: gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo devono risultare conformi alle caratteristiche previste dalla norma UNI EN 12620:2008. Per la struttura in oggetto si dovranno impiegare aggregati naturali o frantumati con diametro massimo di 32mm. Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.
3. Acqua: l'acqua dell'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008:2003.
4. Additivi: gli additivi dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 934-2:2009..

POSA IN OPERA E STAGIONATURA

Il calcestruzzo dovrà essere compattato in modo da assicurare che una eventuale carota estratta dal getto in opera presenti una massa volumica non inferiore al 97% della massa volumica del calcestruzzo compattato a rifiuto prelevato per la preparazione dei provini cubici o cilindrici in corso d'opera.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 3 giorni dal getto e comunque per il tempo necessario, in funzione delle varie condizioni ambientali.

Art. 15 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

Art. 16 Acciaio per c.a.

16.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione delle Norme Tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 («Norme Tecniche per le costruzioni») e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili tipo B 450 C qualificati secondo le procedure definite dal D.M. in vigore.

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto. Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata (B 450 C), controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

16.2 Posa in opera

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B 450 C qualificati secondo le procedure definite dal D.M. in vigore.

Verranno pre-assemblate fuori opera in “gabbie”, che potranno essere confezionate in stabilimento o direttamente in cantiere. I collegamenti tra le varie barre della gabbia saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie dovranno essere dotate di opportuni rinforzi ed irrigidimenti, tali da consentirne il sollevamento e l’installazione senza che subiscano deformazioni permanenti o danni irreversibili.

Art. 17 Acciaio per carpenteria (armatura micropali)

17.1 Generalità

L’Impresa sarà tenuta all’osservanza delle Norme Tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 («Norme Tecniche per le costruzioni») e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI EN 10293:2006 per l’acciaio per getti;
- UNI EN 10025 per gli acciai laminati.

I materiali impiegati per l’armatura dei micropali saranno tubolari $\phi 114.3/$ sp 8 o 10 mm in acciaio S 275 H e dovranno essere acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per laminati) recanti la Marcatura CE prevista dalla Direttiva 89/106/CEE, recepita dal DPR 21/04/1993, n.246 così come modificato dal DPR 10/12/1997 n.499. La marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l’attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell’Impresa.

Per l’accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione del pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provetti e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI ISO/TR 12735-2:2009, UNI EN ISO 6892-1:2009, UNI EN ISO 148-1:2011.

17.2 Posa in opera

La posa in opera dei tubolari $\phi 114.3/8$ 10 mm in acciaio S 275 H avverrà secondo quanto descritto nell’Art. 9.6.

Art. 18 Acciaio per barre autoperforanti

L’Impresa sarà tenuta all’osservanza delle Norme Tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 («Norme Tecniche per le costruzioni») e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti. Le barre dovranno rispettare le caratteristiche descritte al punto 10.3.1, ed in particolare quando riportato in Tabella 1.

La posa in opera delle barre autoperforanti avverrà secondo quanto descritto al punto 10.5.

Art. 19 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

19.1 Leganti bituminosi di base e modificati

19.1.1 Leganti bituminosi semisolidi – caratteristiche e penali

I leganti bituminosi semisolidi sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base e modificati (con appositi polimeri ed additivi, vedi Tabella 10).

Nel seguito indichiamo le caratteristiche dei diversi leganti, 8 per i bitumi di base, 9 per quelli modificati con sigla “B” e “D”, 10 per quelli a modifica “Hard” con sigla “C”. Si deve rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8 per i bitumi di base; obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C, penetrazione e punto di rammollimento.

Almeno 5 caratteristiche su 9/10 per i bitumi modificati; obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, penetrazione, incremento del punto di rammollimento e ritorno elastico a T=25°C e stabilità allo stoccaggio. Qualora i bitumi di base ed i modificati non risultino come da richieste testé definite, verranno penalizzati del 5% i primi e del 10% i secondi per i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti Norme, riferite a caratteristiche del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica (Tabella 10) sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

Tabella 10. Tavola Sintottica.

CATEGORIA	TABELLA	SIGLA BITUME	POLIM. % INDICATIVA	POLIMERO TIPO	CAMPI DI APPLICAZIONE
Bitume di base	Tabella 11	A	-	-	CB
Bitume Soft (°)	Tabella 12	B	4.00	SBSr, SBSI, EVA	CBS
Bitume Hard	Tabella 13	C	4 + 2	SBSr + SIS	CBH(°°), CBD, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	Tabella 14	D	6.00	SBSr, SBSI, EVA	MTF, CBRF
Bitume Hard per Sigillature, Tamponi, Viadotti, Cavalcavia	Tabella 15	E	8.00	SBSr, SBSI, EVA, LDPE(°°°)	S, GT, CBV
Emulsioni bituminose cationiche	Tabella 16	F1, F2	-	-	MAF
Attivanti chimici funzionali	Tabella 17	ACF	-	-	CBR(°°°°)
Leganti sintetici	Tabella 18	L.S.	-	Resine epossiamminiche	TSS

(°) Usato nei conglomerati bituminosi tradizionali se il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti (Tabella 11)

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

(°°°) Modifica mediante Polietilene a bassa densità (LDPE) solo per CBV

(°°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura) vedi art 19.2

SIGLA	CAMPO DI APPLICAZIONE
CB	Conglomerati bituminosi normali per strati di base, collegamento ed usura
CBS	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Soft"
CBH	Conglomerati bituminosi speciali ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBR	Conglomerati bituminosi contenenti tra il 10% e il 20% di riciclato
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fonoassorbente
CBDR	Conglomerato bituminoso drenante riciclato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclato in sito a freddo
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
TSS	Trattamenti superficiali con leganti sintetici (tipo ITALGRIP)
MTF	Microtappeti a freddo (tipo Macro Seal)
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD
MAMT	Mano di attacco per MT
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana poliuretanica e CBV)
MAPCP	Mano di attacco per PCP (lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDPE	Polietilene a bassa densità
LS	Resine bicomponenti epossiamminiche
ACF	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre minerali (vetro)

19.1.2 *Bitume di base*

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione da raffineria (definiti di base) con le caratteristiche indicate in Tabella 11 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all' Art. 19.2.

Nella Tabella 11 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa CNR 81/80.

Tabella 11. Caratteristiche bitume A (50/70).

BITUME A (50/70)			
CARATTERISTICHE	UNITÀ	METODO DI PROVA	VALORE
Penetrazione @ 25 °C	0.1 mm	EN 1426 CNR24/71	50÷70
Punto di rammollimento	°C	EN 1427 CNR35/73	46÷56
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤ - 8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	CNR48/75	≥99
EN 1427 + CNR35/73	Pa*s	SN 67.1722a	≤0.3
Valori dopo RTFOT (°)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0.5
Penetrazione residua @ 25°C , min.	%	EN 1426 CNR24/71	≥50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427 CNR35/73	≤9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

19.1.3 Bitumi modificati

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

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

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

Bitume con modifica “SOFT” le cui caratteristiche sono riportate nella Tabella 12.

Bitumi con modifica “HARD” con le caratteristiche riportate nelle Tabella 13, Tabella 14, Tabella 15, Tabella 16.

I bitumi con modifica “SOFT” vanno impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, quando i bitumi di base non raggiungono le caratteristiche richieste, (vedi Tabella 12) mentre devono essere tassativamente impiegati i bitumi a modifica “HARD” nelle miscele particolari salvo diversa indicazione.

Questi ultimi possono anche essere usati nelle miscele normali se richiesto nel progetto (vedi Art. 19.1.3).

I bitumi modificati, sia “SOFT” che “HARD”, possono anche essere preparati da “MASTER” : (bitume madre modificato con elevate percentuali di polimero) successivamente tagliato per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nella Tabella 12 e nelle Tabella 13, Tabella 14, Tabella 15, Tabella 16.

Per i bitumi modificati, sia “SOFT” che “HARD”, il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione @25 °C, punto di rammollimento prima e dopo la modifica, recupero elastico @25 °C e la stabilità allo stoccaggio.

I certificati di prova devono accompagnare il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

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

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

Nel caso di fornitura esterna è preferibile usare fornitori certificati in Qualità da primario istituto europeo almeno a norma ISO 9002.

Entro un anno dalla data di applicazione di queste norme e comunque dal marzo 1999, le forniture dovranno avvenire esclusivamente da parte di ditte di questo tipo.

19.1.3.1 Bitumi con modifica “SOFT”

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi di base non rientrano nelle caratteristiche richieste.

La modifica deve conseguire i seguenti risultati:

Tabella 12. BITUME “SOFT”- LEGANTE “B” (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥4%).

CARATTERISTICHE	UNITÀ	METODO DI PROVA	VALORE
Penetrazione @ 25 °C	0.1 mm	EN 1426; CNR24/71	50÷70
☒ Punto di rammollimento (°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	☒14/50
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	☒-10
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	☒0.4
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	EN 1427; CNR35/73	☒50
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in allegato 4	☒3
Valori dopo RTFOT (***)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	☒0.8
Penetrazione residua @ 25 °C, max	%	EN 1426; CNR24/71	☒40
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	☒8
(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo :SBSr, SBSI, EVA, la percentuale complessiva è indicativa			
(**) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base			
(***) Rolling Thin Film Oven Test			

19.1.3.2 Bitumi con modifica “HARD”

Le caratteristiche dei leganti con modifica “Hard” da impiegare per la realizzazione di: conglomerati bituminosi “Hard” (CBH), conglomerati bituminosi drenanti (CBD); trattamenti superficiali a caldo (TSC); microtappeti ad elevata rugosità (MT); microtappeti superficiali a freddo tipo “Macro Seal” (MTF); mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d'arte (MAV); mano di attacco per PCP (lastra in conglomerato cementizio ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S); giunti a tampone (GT); pavimentazioni di viadotti (CBV); sono riportate nelle tabelle che seguono.

Tabella 13. BITUME HARD - LEGANTE “C” (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥6%).

CARATTERISTICHE	UNITÀ	METODO DI PROVA	VALORE
Penetrazione @ 25 °C	0.1 mm	EN 1426; CNR24/71	50÷70
☑ Punto di rammollimento (°) /valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥22/68
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-15
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0.8
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	DIN52013;(CNR44/74 modificata)	≥70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	≤3
Resistenza a fatica, $G \cdot \sin \delta$, 1.0 kPa (0.145 psi), @10 rad/s, 50 °C	KPa	EN 1427; CNR35/73	≥9
Valori dopo RTFOT (***)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0.8
Penetrazione residua @ 25 °C, max	%	EN 1426; CNR24/71	≤40
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤5
(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo : SBSr, SIS, la percentuale complessiva è indicativa.			
(**) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.			
(***) Rolling Thin Film Oven Test.			

Tabella 14. BITUME HARD - LEGANTE “D”() (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥6%)Per: microtappeti a freddo tipo “Macro Seal”, conglomerati bituminosi riciclati a freddo.**

CARATTERISTICHE (****)	UNITÀ	METODO DI PROVA	VALORE
Penetrazione @ 25 °C	0.1 mm	EN 1426; CNR24/71	50÷70
Δ Punto di rammollimento (°°°)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥20/66
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-15
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0.8
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	≤3
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	DIN52013;(CNR44/74 modificata)	≥60
Valori dopo RTFOT (*****)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) @163 °C, max, ±	%	CNR54/77	≤0.8
Penetrazione residua @ 25 °C, max	%	EN 1426; CNR24/71	≤50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤10
(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr, SBSI, EVA, la percentuale complessiva è indicativa.			
(**) Da usare in emulsione con acqua , agenti emulsionanti e flussanti.			
(***) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base.			
(****) Valori determinati sul residuo secco ricavato per distillazione del prodotto emulsionato (CNR100/84).			
(*****) Rolling Thin Film Oven Test.			

Tabella 15. BITUME HARD - LEGANTE "E" (% DI MODIFICANTE/I(*) ≥8%) Per sigillature, tamponi viscoelastici a caldo, conglomerati bituminosi da viadotti.

CARATTERISTICHE	UNITÀ	METODO DI PROVA	VALORE
Penetrazione @ 25 °C	0.1 mm	EN 1426; CNR24/71	100-150
Δ Punto di rammollimento (°°)/valore minimo P.A.	°C	EN 1427; CNR35/73	≥24/70
Punto di rottura (Fraass), max	°C	CNR43/74	≤-17
Viscosità dinamica @160 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$, max	Pa*s	SN 67.1722a	≤0.8
Ritorno elastico @25 °C, 50mm/min	%	DIN52013;(CNR44/74 modificata)	≥70
Stabilità allo stoccaggio, 3 d, @180 °C Δ Punto di rammollimento, max	°C	Vedi Norma in appendice	≤3
Valori dopo RTFOT (***)			
EN 1427; CNR35/73	%	CNR54/77	≤0.8
Penetrazione residua @ 25 °C , max	%	EN 1426; CNR24/71	≤50
Incremento del Punto di rammollimento, max	°C	EN 1427; CNR35/73	≤10
(*) Si intendono polimeri elastomeri e/o termoplastici tipo: SBSr,SBSI, SIS, EVA, LDPE, la percentuale complessiva è indicativa; LDPE è presente solo per le pavimentazioni da viadotto			
(**) Incremento del P.A. rispetto al valore minimo di P.A. del bitume di base			
(***) Rolling Thin Film Oven Test			

Tabella 16. EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2". Mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

CARATTERISTICHE	UNITÀ	"F1"	"F2"
		a rapida rottura	a media rottura
		Valore	Valore
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min.	% in peso	≥53	≥54
Viscosità Engler @ 20 °C	°E	3/8	5/10
Carica delle particelle		Positiva	Positiva
Penetrazione @ 25 °C, max	1/10 mm	≤200	≤200
Punto di rammollimento, min.	° C	≥37	≥37

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

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

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

In particolare gli ACF devono svolgere le seguenti funzioni:

- una energica azione quale attivante di adesione;
- peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;
- plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita;

- disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;
- antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli ACF devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

Tabella 17. Caratteristiche ACF.

CARATTERISTICHE CHIMICO - FISICHE	VALORE
Densità a 25/25 °C. (ASTM D - 1298)	0.900 – 0.950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica @60 °C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ (SNV 671908/74)	0.03 – 0.05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99.5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1.5-2.5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0.8 – 1.0% in peso

La loro percentuale ottimale di uso è verificata con prove sulle miscele di CB.

19.1.3.4 Modificanti strutturali (MST)

L'uso delle fibre migliora le caratteristiche fisico-meccaniche dei conglomerati bituminosi modificati.

Il loro impiego dipende dalla natura e qualità dei bitumi di base ed è previsto nelle curve di progetto.

19.1.3.4.1 Fibre di natura minerale (vetro)

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

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE
Lunghezza media	μm	200 - 300
Diametro medio	μm	5 - 6
Superficie specifica	cm^2 / g	3000.00
Resistenza alla trazione	GPa	1 - 2
Allungamento massimo	%	1.5 a 2.5
Tasso di infeltrimento	%	0.00
Resistenza alla temperatura	°C	550 - 650

19.1.3.4.2 Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo

Per bitumi, per microtappeti a freddo e simili.

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE
Peso del filo	tex (g/Km)	30 \pm 2
Diametro medio del filo	μm	15 \pm 1
Peso nominale/lineare della matassa	tex (g/Km)	2400 \pm 15
Resistenza alla trazione	MPa	2400 \div 3400
Allungamento massimo	%	4.00
Resistenza alla temperatura	°C	\geq 700

19.1.3.5 Leganti sintetici

Detti formulati chimici composti da resine bicomponenti a base epossiamminica devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

Tabella 18. Caratteristiche leganti sintetici.

CARATTERISTICHE	RESINA
reattività	18'
inizio polimerizzazione in film	2 h
comp. A	3.500/4.000 mPas tixotropia
comp. B	tradizionale
epossidica	tradizionale
indurente	base EAP in mix poliammide
modifica diluente reattivo	si, monofunzionale
modifica plastificante	no
accelerante	si
durezza shore D	media 76
shrinkage dopo 5 cicli	0.00
shrinkage dopo 7 d	0.00
transizione vetrosa in °C	43.00
modulo elastico a 25°C (TD)	3.800/4'200
modulo elastico a 40°C (TD)	3'400/3'950
modulo elastico a 0°C (TD)	10'600/11'800

Essi vanno impiegati nei trattamenti superficiali ad altissima performance di aderenza e tessitura.

19.2 Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi (Tabella 19) sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto.

I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Soft" l'altro a modifica "Hard".

Tabella 19. Tavola sinottica – composizione CB Normali.

TIPI DI CONGLOMERATO	STRATI DI IMPIEGO	MATERIALI FRESCHI (% DI IMPIEGO NELLA MISCELA)	MATERIALI FRESATI (% DI IMPIEGO NELLA MISCELA)	ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (A.C.F.) (% IN PESO RIFERITO AL BITUME)
CB "Normali"	Base	100.00	0.00	0.00
	Collegamento	100.00	0.00	0.00
	Usura	100.00	0.00	0.00
CBS "Soft"	Base	≥70	≤30	≤10
	Collegamento	≥75	≤25	≤5
	Usura	≥80	≤20	≤5
CBS "Hard"	Base	≥85	≤20	0.00
	Collegamento	≥85	≤15	0.00
	Usura	≥90	≤10	0.00

19.2.1 Conglomerati bituminosi normali di base, collegamento, usura

19.2.1.1 Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui all'Art. 19.1, Tabella 11, di seguito denominato "Bitume", in impianti automatizzati.

Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

19.2.1.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'Art. 19.1, Tabella 11, i conglomerati di base, collegamento e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi a modifica "soft".

19.2.1.3 Materiali inerti

Gli inerti devono essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. IV/1953, cap. 1 e 2. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme CNR, art. 1 del fascicolo IV/1953.

19.2.1.4 Aggregato grosso

L'aggregato grosso deve essere costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai requisiti riportati nei capitoli successivi.

19.2.1.4.1 Strato di base

Nella miscela di questo strato la Direzione Lavori potrà autorizzare l'uso di inerti non frantumati in una percentuale massima del 35% in peso. Per inerte "non frantumato" si intende un inerte che abbia anche una sola faccia arrotondata.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere $\leq 25\%$ in peso.

Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere $\leq 30\%$.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) ≤ 0.015 .

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere ≤ 3 ed a ≤ 1.58 .

19.2.1.4.2 Strato di collegamento

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte "frantumato" si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere $\leq 25\%$.

Sensibilità al gelo (CNR 80/80) deve essere $\leq 30\%$.

Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) ≤ 0.015 .

I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" (CNR 95/84) devono essere ≤ 3 ed a ≤ 1.58 .

19.2.1.4.3 *Strato di usura*

Per questo strato devono essere impiegate esclusivamente inerti frantumati. Per inerte “frantumato” si intende un inerte che non abbia facce arrotondate.

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR 34/73) deve essere $\leq 20\%$.

La porosità (CNR B.U. n. 65 del 18.05.1978) deve essere $\leq 1.5\%$.

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fascicolo IV/1953 deve essere ≤ 0.015 .

I coefficienti di forma “Cf” e di appiattimento “Ca” (CNR 95/84) devono essere ≤ 3 e ≤ 1.58 .

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere ≥ 0.43 (CNR B.U. n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980) deve essere $\leq 20\%$.

Lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale impiego di dopés di adesione) deve essere 0% (CNR B.U. n. 138/92).

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale, deve contenere nella frazione più grossa, inerti di natura basaltica (CNR B.U. n. 104 del 27.11.1984).

Nelle zone ove non siano presenti inerti basaltici o simili aventi caratteristiche di rugosità superficiale conformi alle prescrizioni delle presenti Norme, la Direzione Lavori tramite il Laboratorio della Società potrà autorizzare l'uso di altri materiali lapidei a condizione di una loro integrazione con inerti porosi naturali od artificiali (Materiale poroso naturale - Vesuviano o equivalente Materiale poroso artificiale - Argilla espansa “resistente” o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (C.L.A. ≥ 0.50) di pezzatura 5/15 mm in percentuali comprese tra il 20% ed il 35% (ad eccezione dell'argilla espansa) rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

Ovvero, qualora l'Impresa reperisca altrove materiali lapidei corrispondenti alle prescrizioni delle Presenti Norme, la Direzione Lavori potrà comunque autorizzare la miscelazione di questi ultimi con inerti porosi naturali od artificiali con elevata rugosità superficiale (C.L.A. > 0.50) sino ad un massimo del 15% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

In ogni caso il risultato finale deve essere valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento.

Le integrazioni sopra descritte e la scelta delle zone di impiego devono sempre essere autorizzate dalla Direzione Lavori, previo parere della Laboratori della Società, sulla base di preventiva presentazione da parte dell'Impresa di uno studio della miscela.

19.2.1.5 *Aggregato fino*

L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione deve essere prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere; comunque non deve essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, deve avere alla prova “Los Angeles” (CNR B.U. n. 34 del 28.3.73 - Prova C) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR 27/72) deve essere ≥ 70 .

Nel caso di impiego di una sabbia frantumata non lavata l'equivalente in sabbia della miscela finale della sabbia nelle proporzioni previste dalle studio di progetto deve essere ≥ 60 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di C.L.A. ≤ 0.43 .

19.2.1.6 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1.5;
- il DPA deve essere ≥ 5 °C (CNR 122/88);
- alla prova CNR B.U. n. 75 del 08.04.1980 i passanti in peso devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0.40 mm → Passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0.18 mm → Passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0.075 mm → Passante in peso per via umida 80%(della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0.075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco);
- l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

19.2.1.7 Miscela

Le miscele devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

19.2.1.7.1 Strato di base

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	PASSANTE TOTALE IN PESO %
crivello 30	100
crivello 25	70÷95
crivello 15	45÷70
crivello 10	35÷60
crivello 5	25÷50

setaccio 2	18÷38
setaccio 0.4	6÷20
setaccio 0.18	4÷14
setaccio 0.075	4÷8
Bitume 4%÷5% del tipo descritto in Tabella 11.	

Per strati di spessore compreso non superiore a 10cm devono essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

19.2.1.7.2 *Strato di collegamento*

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI	PASSANTE TOTALE IN PESO %
crivello 25	100
crivello 15	65÷85
crivello 10	55÷75
crivello 5	35÷55
setaccio 2	25÷38
setaccio 0.4	10÷20
setaccio 0.18	5÷15
setaccio 0.075	4÷8
Bitume 4%÷5% del tipo descritto in Tabella 11.	

19.2.1.7.3 *Strato di usura*

CRIVELLI E SETACCI UNI	PASSANTE TOTALE IN PESO %	
	A	B
Crivello 20	100.00	-
Crivello 15	90-100	100.00
Crivello 10	70-90	70-90
Crivello 05	40-55	40-60
Setaccio 2	25-38	25-38
Setaccio 0.4	11-20	11-20
Setaccio 0.18	8-15	8-15
Setaccio 0.075	6-10	6-10
Bitume 4%÷5% del tipo descritto in Tabella 11. Fuso A – usure da 4 a 6cm di spessore. Fuso B – usure da 3cm di spessore.		

19.2.1.8 *Requisiti di accettazione*

I conglomerati devono avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

19.2.1.8.1 *Strato di base*

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

CONDIZIONI DI PROVA

- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensioni provino: 150mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti: $10 \div 14$
- a 100 rotazioni: % vuoti: $3 \div 5$ (D_g = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 180 rotazioni: % vuoti: ≥ 2

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall; il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare superiore a 800daN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm deve essere \geq a 250daN/mm.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

19.2.1.8.2 *Strato di collegamento (binder)*

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi.

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

CONDIZIONI DI PROVA

- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensioni provino: 150mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti: $10 \div 14$
- a 100 rotazioni: % vuoti: $3 \div 5$ (D_g =Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 180 rotazioni: % vuoti : ≥ 2

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall.

La stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C alla temperatura prescritta al punto 3.3 della Norma CNR 30/73 su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in ogni caso superiore a 1000daN; inoltre il valore della modulo di rigidità Marshall deve essere compreso tra 300 e 450daN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 6% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 d deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

19.2.1.8.3 *Strato di usura - tipo "A" e "B"*

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale (vedi requisiti di accettazione caratteristiche superficiali).

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B-93 EDITION 1B).

CONDIZIONI DI PROVA

- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensioni provino: 150mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti: 10÷14
- a 130 rotazioni: % vuoti: 4÷6 (D_g = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 220 rotazioni: % vuoti: ≥ 2

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

- Miscela di usura tipo "A" e "B":
- Resistenza a Trazione indiretta a 25 °C (Rt): $0.6 \div 0.9 \text{N/mm}^2$
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI): $\geq 50 \text{N/mm}^2$

Il fuso tipo "A" deve comprendere le curve per tappeti di usura dello spessore compreso tra 4cm e 6cm; qualora si rendesse necessario realizzare uno spessore di 7cm la curva di progetto deve essere concordata con la Direzione Lavori.

Il fuso tipo "B" comprenderà le curve per tappeti dello spessore di 3cm.

Inoltre in deroga a quanto descritto al punto 19.2.1.5 la percentuale di sabbia proveniente da frantumazione, rispetto a quella naturale di fiume, non deve mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie. Per condizioni di clima asciutto e caldo prevalenti si devono usare curve granulometriche prossime al limite inferiore dei fusi di riferimento.

In alternativa (per il periodo di variazione attrezzature) si potrà ancora usare il metodo Marshall. Il valore della stabilità Marshall (CNR B.U. n. 30 del 15.3.73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 1100daN; inoltre il valore della modulo di rigidità Marshall cioè deve essere in ogni caso compreso tra 300 e 450daN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall devono presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 5% (CNR B.U. n. 39 del 23.3.73).

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

USURA TIPO "A" E "B"			
CARATTERISTICHE	TEMPERATURA DI PROVA (°C)		
	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.5 ÷ 2.5	0.7 ÷ 1.0	0.3 ÷ 0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥160	≥70	≥35

19.2.2 **Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "SOFT"**

19.2.2.1 **Descrizione**

I conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto sono costituiti da inerti freschi frantumati ed inerti provenienti da conglomerati preesistenti fresati o frantumati aggiunti in proporzioni variabili a seconda della natura del conglomerato che si deve ottenere (base, binder, usura) impastati a caldo con bitume modificato di tipo "soft" (Art. 19.1.3.1, Tabella 12) e con prodotti attivanti chimici funzionali del bitume (Art. 19.1.3.3, Tabella 17).

La messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato denominato "materiale da integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per i materiali descritti nel presente articolo, in assenza di indicazioni valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi a caldo freschi (Art. 19.2).

19.2.2.2 **Materiali inerti**

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato, definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti devono essere comprese nei limiti qui di seguito specificati:

- Per il conglomerato di base: ≤30%
- Per il conglomerato di collegamento: ≤25%
- Per il conglomerato di usura: ≤20%

La percentuale di fresato va dichiarata nei documenti di progetto e riscontrata nelle successive prove di controllo. Il restante materiale deve essere costituito da inerti

freschi con requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali con la sola eccezione che gli inerti devono essere frantumati al 100%. Per frantumato al 100% si intende che l'inerte non deve possedere nessuna faccia tonda.

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi per lo strato di base, materiali provenienti da vecchi strati di binder ed usura per lo strato di collegamento, materiali provenienti da strati di usura da impiegarsi solo per questo strato.

19.2.2.3 Legante

Il bitume deve essere costituito da quello descritto Tabella 12 e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (Tabella 17).

L'attivante chimico funzionale deve essere approvato dalla Direzione Lavori tramite il Laboratori in modo da ottenere la viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte.

Le percentuali di impiego in peso di A.C.F. saranno indicativamente le seguenti:

IMPIEGO DI FRESATO DELLA MISCELA (% in peso)	A.C.F. (% in peso riferita al legante)
≤10%	≤5%
≥10%	≤10%

19.2.2.4 Miscela

La miscela di inerti freschi aggiunti a quelli provenienti da fresatura deve essere tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che vuole costituire, mentre le percentuali totali di legante finale devono essere comprese nei seguenti limiti:

- Per il conglomerato di base : 4.0% ÷ 5.0%
- Per il conglomerato di collegamento: 4.5% ÷ 5.5%
- Per il conglomerato di usura: 5.0% ÷ 6.0%

19.2.2.4.1 Miscela di base

CONDIZIONI DI PROVA

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): ≥1000 daN
- Modulo di rigidezza: 300 ÷ 500 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4 ÷ 6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata dal Laboratorio Centrale mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione: 1.25° ± 0.02°
- Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensione provino: 150mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni : % vuoti 10÷14
- a 110 rotazioni : % vuoti 3÷5 (Dg = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 190 rotazioni: % vuoti ≥ 2

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt): 0.4÷0.8N/mm²
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25 °C (CTI): ≥ 40 N/mm²

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

CARATTERISTICHE	TEMPERATURA DI PROVA (°C)		
	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.4 ÷ 2.1	0.5 ÷ 1.0	0.2 ÷ 0.5
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 160	≥ 60	≥ 25

19.2.2.4.2 Miscela di collegamento (binder)

CONDIZIONI DI PROVA

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): ≥ 1100 daN
- Modulo di rigidezza: 300÷ 500 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B).

- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale: 600kPa
- Dimensione provino: 150 mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10 ÷ 14
- a 110 rotazioni: % vuoti 3÷5 (Dg = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 190 rotazioni: % vuoti ≥ 2

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (Rt): 0.5÷0.8N/mm²
- Coefficiente di Trazione Indiretta a 25 °C (CTI): ≥ 40 N/mm²

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

CARATTERISTICHE	TEMPERATURA DI PROVA (°C)		
	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.5 ÷ 2.2	0.6 ÷ 1.0	0.25 ÷ 0.60
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 160	≥ 70	≥ 35

19.2.2.4.3 Miscela di usura

CONDIZIONI DI PROVA

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): 1100÷1500daN
- Modulo di rigidezza: 300÷450daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1 B)

- Angolo di rotazione: $1.25^{\circ} \pm 0.02^{\circ}$
- Velocità di rotazione: 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensione provino: 150mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14
- a 140 rotazioni: % vuoti 3÷5 (Dg = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 230 rotazioni: % vuoti ≥ 2
-

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25°C (Rt): 0.6÷0.9N/mm²
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25°C (CTI): ≥ 45 N/mm²

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

CARATTERISTICHE	TEMPERATURA DI PROVA (°C)		
	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.5 ÷ 2.6	0.7 ÷ 1.1	0.3 ÷ 0.7
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 160	≥ 70	≥ 40

Per tutte le miscele il parametro J1 a 10°C deve essere compreso tra 25 e 45cm²/(daN*s) mentre lo Jp a 40°C (CNR 106/85) deve essere compreso tra 15x106 e 30x106cm²/(daN*s).

Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni in Laboratorio.

19.2.3 Conglomerato bituminoso speciale confezionato a caldo in impianto con bitumi a modifica di tipo "HARD"

19.2.3.1 Materiali inerti

Prescrizioni di riferimento riportate in precedenza eccetto l'impiego delle percentuali massime in peso di materiale fresato definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti che devono essere le seguenti:

- Per il conglomerato di base: $\leq 20\%$
- Per il conglomerato di collegamento: $\leq 15\%$
- Per il conglomerato di usura: $\leq 10\%$

19.2.3.2 Legante

Il bitume deve essere costituito da quello descritto Tabella 13 (Modifica "Hard") e da quello proveniente dal materiale fresato.

19.2.3.3 Miscela

La miscela di inerti freschi aggiunti a quelli riciclati deve essere tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che vuole costituire, mentre le percentuali totali di legante finale devono essere comprese nei seguenti limiti:

- Per il conglomerato di base: $4.0\% \div 5.0\%$
- Per il conglomerato di collegamento: $4.5\% \div 5.5\%$
- Per il conglomerato di usura: $5.0\% \div 6.0\%$

19.2.3.4 Fibre minerali

Mediante idonee apparecchiature le miscele di collegamento e di usura devono essere additivate con fibre di natura minerale in percentuale variabili tra lo $0.25\% \div 0.40\%$ in peso riferito agli inerti.

19.2.3.5 Miscela

19.2.3.5.1 Miscela di base

CONDIZIONI DI PROVA

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): $\geq 1000 \text{ daN}$
- Modulo di rigidità: $300 \div 450 \text{ daN/mm}$
- Vuoti residui Marshall (CNR 30/73): $4 \div 6$ (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensione provino: 150mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14
- a 120 rotazioni: % vuoti 3÷5 (Dg = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 200 rotazioni: % vuoti ≥2

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25°C (Rt): 0.5÷0.9N/mm²
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25°C (CTI): ≥45N/mm²

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova “Brasiliana” ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

CARATTERISTICHE	TEMPERATURA DI PROVA (°C)		
	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.5 ÷ 2.2	0.6 ÷ 1.1	0.3 ÷ 0.6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥160	≥70	≥40

19.2.3.5.2 Miscela di collegamento (binder)

CONDIZIONI DI PROVA

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): ≥1100 daN
- Modulo di rigidezza: 300÷450 daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): 4÷6 (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura “Pressa Giratoria” (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione: 1.25°±0.02°
- Velocità di rotazione: 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensione provino: 150 mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti 10÷14
- a 120 rotazioni: % vuoti 3÷5 (Dg = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 200 rotazioni: % vuoti ≥2

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25°C (Rt): 0.5÷0.9N/mm²
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25°C (CTI): ≥40N/mm²

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova “Brasiliana” ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

CARATTERISTICHE	TEMPERATURA DI PROVA (°C)		
	10°C	25°C	40°C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1.6 ÷ 2.3	0.7 ÷ 1.1	0.3 ÷ 0.7
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥160	≥70	≥40

19.2.3.5.3 Miscela di usura

CONDIZIONI DI PROVA

- Stabilità Marshall (CNR 30/73): $\geq 1100 \div 1500$ daN
- Modulo di rigidezza: $300 \div 450$ daN/mm
- Vuoti residui Marshall (CNR 39/73): $4 \div 6$ (in volume)

La miscela di progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (Metodologia AASHTO TP4-93 EDITION 1B).

- Angolo di rotazione: $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$
- Velocità di rotazione: 30 rotazione al minuto
- Pressione verticale: 600KPa
- Dimensione provino: 150mm

REQUISITI DI IDONEITÀ

- a 10 rotazioni: % vuoti $10 \div 14$
- a 150 rotazioni: % vuoti $3 \div 5$ (D_g = Densità di progetto riferita alla % di vuoti calcolata alle relative rotazioni)
- a 240 rotazioni: % vuoti ≥ 2

I requisiti di idoneità devono essere i seguenti:

- Resistenza a trazione indiretta a 25°C (R_t): $0.6 \div 0.9$ N/mm²
- Coefficiente di Trazione indiretta a 25°C (CTI): ≥ 50 N/mm²

I valori di resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura prova "Brasiliana" ricavati da provini confezionati mediante il sistema Marshall (CNR 30/73) devono essere compresi nei seguenti limiti:

CARATTERISTICHE	TEMPERATURA DI PROVA ($^\circ\text{C}$)		
	10 $^\circ\text{C}$	25 $^\circ\text{C}$	40 $^\circ\text{C}$
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	$1.6 \div 2.7$	$0.8 \div 1.2$	$0.4 \div 0.8$
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 160	≥ 70	≥ 45

Per tutte le miscele il parametro J_1 a 10°C (CNR 106/85) deve essere compreso tra 20 e $40\text{cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$ mentre lo J_p a 40°C (CNR 106/85) deve essere compreso tra 10×106 e $25 \times 106\text{cm}^2/(\text{daN}\cdot\text{s})$. Tali valori andranno determinati su provini ricavati da carote prelevate in sito o su campioni in Laboratorio.

19.3 Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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

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

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

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

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

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

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0.25% in peso.

19.4 Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (Tabella 16) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

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

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140°C.

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

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

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

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 14t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della Direzione Lavori potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella Marshall (DM) dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Nel caso in cui la metodologia di controllo sia stata quella con la Pressa Giratoria, e in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, la densità di riferimento sarà quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4.0 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere tollerato uno scostamento di 5 mm.

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio, deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0.5daN/m².

Art. 20 Barriere di sicurezza

I progetti e le relative esecuzioni devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto dal Decreto Legislativo 3 agosto 2009 n.106 correttivo del Testo Unico

D. Lgs. 81/08 pubblicato sulla G.U. n.180, suppl. ord. n.142/L il D.Lgs. 106/09 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche" allegate al Decreto sopracitato.

Le protezioni dovranno essere con dispositivi che abbiano conseguito il Certificato d'Omologazione rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione.

Art. 21 Tubazioni

21.1 Tubi di P.V.C. rigido

Le tubazioni per esalazioni, scariche e fognature saranno poste in opera per scarichi sub-orizzontali interrati: la profondità di posa dei tubi dovrà essere almeno 0.80m riferita alla generatrice superiore, se non diversamente indicata in progetto, ed in ogni caso sarà stabilita in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10cm e sarà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15cm o rivestito in calcestruzzo, come da indicazioni di progetto.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce o del rinterro.

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato, con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo 303 serie pesante secondo norme UNI 7447/87. Sarà interrata in un cavo delle dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto sarà rinfiancata con conglomerato cementizio, del tipo di fondazione con classe di resistenza $\geq 20/25$ MPa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a cura e spese dell'Impresa, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inadeguati.

I tubi in PVC, per scarichi verticali o esalazioni sono: rigido di tipo 302, secondo norme UNI 7443/85, con giunzioni a bicchiere sigillate a collante.

21.2 Tubi di P.V.C. rigido micro fessurato per drenaggio di captazione d'acque di falda

I drenaggi hanno la funzione di captare l'acqua di falda, qualunque sia la pressione, in avanzamento sugli scavi, allo scopo di consolidarne il terreno. Tale preconsolidamento potrà sussistere anche a lungo termine durante la fase d'esercizio della galleria; pertanto si dovrà provvedere a raccogliere con apposito dispositivo le acque convogliate a tergo del rivestimento dai dreni. Essi saranno eseguiti mediante perforazione sia verticale sia orizzontale o comunque inclinata con idonee attrezzature a rotazione o rotopercolazione, eventualmente con impiego di rivestimento provvisorio.

All'interno del perforo sarà inserito un tubo filtrante bucherellato o microfessurato in PVC rigido con caratteristiche previste in progetto, eventualmente rivestito con calza di geotessile non tessuto in polipropilene, atta ad evitare l'intasamento dei fori.

Nel caso di drenaggi sotto falda in pressione, dovrà essere utilizzato un tubo filtrante con tratto cieco, che una volta messo in opera, quando il progetto lo prevede, dovrà essere inghisato con materiali non tossici all'alimentazione.

In particolari situazioni in cui si renda necessaria la non contaminazione delle acque di falda, in presenza di cunicolo di drenaggio, oltre a quanto previsto precedentemente, l'Impresa, per l'esecuzione del rivestimento di prima fase in calcestruzzo spruzzato, dovrà utilizzare acceleranti di presa, privi d'alcali, non caustici, sia in forma liquida in soluzione o in sospensione, aventi ph compreso tra 2 e 5 o in polvere aventi ph neutro, (ALKALI FREE system con tenore in alcali inferiore del 1%) con dosaggio massimo consentito del 7% (con tolleranza di 1%) sul peso del legante se liquido, mentre se in polvere con dosaggio non maggiore del 4,5% (con tolleranza di 1%).

Si farà inoltre uso d'additivi iperfluidificanti a rilascio progressivo a base di catene polimeriche d'estere carbossilico o a base di vinilsulfonato senza formaldeide, o base di polimeri acrilici con dosaggio tale da conferire un mantenimento della lavorabilità (S4 ovvero $18 \text{ cm} \pm 1$) per un periodo non inferiore a 90 minuti.

Al fine di conferire al sistema ALKALI FREE una adeguata capacità d'autosostentamento, l'operatore alla lancia, dovrà curarsi di distribuire il calcestruzzo uniformemente in strati di lieve spessore su tutta la sezione da rivestire senza creare sovrassessori puntuali (non maggiori di 5 cm per passata); inoltre si potrà fare uso, in luogo della silice ad elevata superficie specifica in polvere, d'additivi coesivizzanti in forma di sospensione liquida stabile, a base di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica ($200 \div 300 \text{ g/m}^2$) e con rapporto $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ non inferiore a 70.

Tali additivi saranno aggiunti, in fase di proiezione in corrispondenza della lancia, tramite apposito dosatore (diverso da quello dell'accelerante).

Art. 22 Opere in verde

Le presenti Norme regolano l'esecuzione:

- delle opere in verde per l'inserimento dell'opera nel paesaggio; della sistemazione a verde, nelle aree progettualmente previste, dei punti singolari;
- degli eventuali lavori preliminari per la preparazione delle zone d'impianto;

- dei lavori di manutenzione degli impianti a carico dell'Impresa fino al completo attecchimento delle piante, compresi delle sostituzioni delle essenze arboree per le eventuali fallanze.

22.1 Caratteristiche dei vari materiali

a) *Terreno vegetale.*

Il terreno da fornire per il ricarico, la livellazione e le riprese d'aree destinate agli impianti, per il riempimento dell'aiuola centrale spartitraffico tradizionale od allestita con doppio N.J., dovrà essere a reazione neutra e quindi possedere un pH dell'estratto acquoso compreso fra 6,8 e 7,2.

Solo per questo parametro possono valere delle specificazioni diverse in ordine a particolari esigenze di pH per alcune specie vegetali.

Le caratteristiche tessiturali dovranno essere quelle di un terreno di "medio impasto" o "franco" o "terra a tessitura equilibrata" che si compone, in via indicativa, di:

TERRENO	DIAMETRO	(%)
SABBIA	2 ÷ 0,02 mm	35 ÷ 55
LIMO	0,02 ÷ 0,002 mm	25 ÷ 45
ARGILLA	< 0,002 mm	10 ÷ 25

e di una frazione trascurabile d'elementi con diametro compreso fra i 2 e i 20 mm (scheletro).

I parametri chimici che devono essere sempre analizzati, dovranno invece possedere i "valori normali" che vengono di seguito indicati.

ANALISI CHIMICA	VALORI "NORMALI"
REAZIONE	pH = 6.8 - 7.3
CALCARE TOTALE	-
CALCARE ATTIVO (%)	-
SOSTANZA ORGANICA	2 %
AZOTO TOTALE	N = 1.5 - 2 %
FOSFORO ASSIMILABILE	P2O5 = 50 - 80 ppm *
POTASSIO SCAMBIABILE	K2O = 100 - 200 ppm *
MAGNESIO SCAMBIABILE	50 - 100 ppm
FERRO ASSIMILABILE	2.5 ppm
MANGANESE ASSIMILABILE	1.0 ppm
ZINCO ASSIMILABILE	0.5 ppm
RAME ASSIMILABILE	0.2 ppm

* Per il fosforo e il potassio alcuni laboratori esprimono i risultati in termini di P e K Tali risultati possono essere trasformati nei corrispondenti P2O5 e K2O moltiplicandoli rispettivamente per 2.3 e 1.2

I "valori normali" della sostanza organica, del fosforo e del potassio definiscono le "sufficienze" per le colture arboree, ma possono anche variare per delle specifiche esigenze. Il calcare va considerato sia nel totale che come calcare attivo (in

soluzione) in quanto influisce negativamente sull'assorbimento del ferro e dei fertilizzanti fosfatici (per retrogradazione).

Le deficienze riscontrate fra i dati dell'analisi ed i "valori normali", dovranno essere corrette con la somministrazione d'ammendanti e/o concimi secondo la risultanza d'appropriati calcoli.

La concimazione organica di base può essere effettuata in alternativa con letame maturo, con humus o con sottoprodotti organici come lettiere sfruttate nella coltivazione artificiale dei funghi, da scarti di lavorazione animale (cuoiattoli, cornunghia, ecc.), dell'industria tessile (cascami di lana), di vinacce esauste, alghe, compost, ecc..

Per avere un quadro completo delle caratteristiche pedologiche sarà necessario sottoporre ad analisi, in numero adeguato, campioni di suolo che siano rappresentativi. È opportuno pertanto raccogliere campioni in punti diversi e per ciascun punto procedere al prelievo in:

- un solo orizzonte (0÷200mm) nel caso di rivestimenti erbacei;
- due diversi orizzonti (0÷200mm; 500÷800mm) nel caso d'impianti arbustivi e/o arborei.

I campioni prelevati ad una stessa quota ma in punti diversi devono essere mescolati in modo da ottenere un unico campione del peso indicativo di circa 2 kg. I campioni prelevati ed etichettati dovranno venire inviati a Laboratori Ufficiali per l'analisi fisico e chimica.

Si precisa inoltre che nel terreno vegetale non è ammessa la presenza di radici, d'altre parti legnose o di qualunque altro materiale o sostanza fitotossica.

b) Concimi minerali ed organici.

I concimi sono utilizzati:

- per costruire nel terreno da fornire o sul quale si vuole effettuare un impianto, un'adeguata ed omogenea dotazione d'elementi nutritivi dimostratisi carenti alle analisi di Laboratorio; nel tal caso si parlerà di concimazione di fondo;
- per mantenere la funzione nutritiva del terreno proporzionalmente alle asportazioni, nel qual caso si parla di concimazione di copertura.

Gli elementi che risultano indispensabili sono N, P, K, Ca, MG, S: questi sono denominati macroelementi perché assorbiti in gran quantità.

Gli elementi richiesti in quantità minima sono invece chiamati microelementi e sono: Mn, B, Zn, Mo, Fe.

I concimi sono classificati in base a:

- lo stato fisico: si hanno concimi polverulenti, granulari e liquidi;
- il titolo: indica la percentuale in peso di sostanza attiva rispetto al prodotto commerciale;
- la reazione chimica e fisiologica: ci sono concimi acidi (es. perfosfato), alcalini (es. calciocianammide, scorie Thomas), o neutri che possono comportarsi come fisiologicamente acidi (es. solfato ammonico, cloruro di potassio) o fisiologicamente alcalini (es. nitrato di calcio o di sodio);
- il numero degli elementi apportati: quelli "semplici" portano al terreno un solo elemento (azotati, fosfatici e potassici); quelli "complessi" due o tre elementi (binari o ternari) in forma di granuli;

- la rapidità d'azione: possono essere differenziati in concimi a pronto effetto (es. nitrati) e a lento effetto (es. perfosfato, scorie Thomas). Ultimamente sono andati diffondendosi i concimi "azotati a lenta cessione" o "ritardati".
- Questi concimi fissano l'azoto in modo graduale grazie a particolari accorgimenti presi in fase produttiva quali:
 - impiego di sostanze a bassa solubilità;
 - rivestimento dei granuli con materiali poco permeabili;
 - incorporamento di paraffine, gelatine, argille, ecc.;
 - aggiunta d'inibitori della microflora (es. ureasi).

I concimi da usare dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato e in caso di concimi complessi avere un rapporto, azoto - fosforo - potassio, precisato.

Dovranno inoltre essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

I fertilizzanti organici (letame, residui organici vari, ecc.) dovranno essere forniti o raccolti solo presso fornitori o luoghi approvati dalla Direzione Lavori che si riserva comunque la facoltà di richiedere le opportune analisi, prima e durante la posa in opera.

Anche nel caso di fornitura di concimi organici industriali, questi dovranno essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti deve comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

c) Prodotti fitosanitari.

La scelta e le condizioni d'impiego dei prodotti fitosanitari sono subordinate alle disposizioni legislative vigenti in materia e all'approvazione della Direzione Lavori.

Tutti i prodotti dovranno comunque essere consegnati negli involucri originali di fabbrica.

Nel comparto della lotta antiparassitaria, a fronte dei problemi ambientali connessi ad un largo uso, o abuso, di prodotti antiparassitari, sono da preferirsi quei metodi d'intervento che sono denominati "lotta guidata" o "vigilata".

d) Materiale vivaistico.

Con il termine materiale vivaistico s'individua tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, ecc.) e delle sementi occorrenti per impieghi paesaggistici, inclusa la siepe centrale spartitraffico, per interventi biotecnici anti-inquinamento acustico.

Il materiale da fornire dovrà rispondere per genere, specie, compresa l'eventuale entità sottospecifica (varietà e/o cultivar) e dimensioni a quanto indicato nel progetto.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe o comunque assimilabili, da un punto di vista fitoclimatico, a quelle d'impianto al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedoclimatiche del luogo d'impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate d'idonee organizzazioni di produzione nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche. Ciò al fine di garantire:

- un'opportuna e mirata sperimentazione, per individuare, nell'ambito dei vari lavori, le caratteristiche genetiche (provenienza, varietà, cultivar, cloni brevettati, ecc.) ottimali, in funzione delle utilizzazioni specifiche;
- l'ottimizzazione delle tecniche di moltiplicazione e d'allevamento, finalizzate sempre al soddisfacimento degli scopi prefissi.

Tutto il materiale vivaistico dovrà essere esente da attacchi parassitari (in corso o passati) d'insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e cultivar.

Il materiale vivaistico dovrà essere sempre fornito di dichiarazione, da effettuarsi su apposite Schede di Valutazione del Materiale Vivaistico, dalle quali risulti:

- vivaio di provenienza;
- genere, specie, eventuali entità sottospecifiche;
- origine;
- identità clonale per il materiale da moltiplicazione vegetativa;
- regione di provenienza per il materiale di produzione sessuale;
- luogo ed altitudine di provenienza per il materiale non proveniente dal materiale di base ammesso dalla normativa vigente;
- applicazione, nella fase di coltivazione in vivaio, di particolari tecniche d'allevamento che limitino e/o eliminino l'incidenza degli oneri manutentori.

L'apparato radicale di tutto il materiale vivaistico dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane e, secondo quanto disposto nei documenti d'appalto, dovrà essere o a radice nuda, o racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello di legno o in plastica) con relativa terra di coltura, o in zolla rivestita (paglia, plant plast, juta, rete metallica, fitocella). L'apparato radicale dovrà comunque avere uno spiccato geotropismo positivo.

d1) Alberi.

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolari, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante concimazione ecc..

Dovranno rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda le seguenti caratteristiche:

- circonferenza del tronco misurata ad un metro da terra;
- altezza totale;
- altezza d'impalcatura misurata dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma misurato in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per le latifoglie, in corrispondenza alla proiezione a terra della chioma per i cespugli.

Gli alberi dovranno essere trapiantati un numero di volte sufficiente secondo le buone regole vivaistiche, con l'ultima lavorazione delle radici risalente a non più di tre anni.

Le forniture in contenitore costituiranno comunque titolo preferenziale anche per quelle per le quali è espressamente richiesta una fornitura in zolla o a radice nuda. Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

d2) Piante esemplari.

Con il termine "esemplari" s'intende far riferimento ad alberi ed arbusti di grandi dimensioni che somigliano, per forma e portamento, agli individui delle stesse specie cresciuti liberamente e quindi con particolare valore ornamentale.

Queste piante devono essere state opportunamente preparate per la messa a dimora; devono cioè essere state zollate secondo le necessità e l'ultimo trapianto o zollatura deve essere avvenuto da non più di due anni. La zolla deve essere stata imballata a perfetta regola d'arte (juta, rete metallica, doghe, casse, plant plast, ecc.) al fine di garantire un corretto e armonico sviluppo della pianta; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3.50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.

Le piante esemplari sono evidenziate a parte nei documenti contrattuali.

d3) Arbusti, tappezzanti, rampicanti.

Devono avere una massa fogliare ben formata e regolare a densità costante a decorrere dalla base; devono possedere un minimo di tre fusti a partire dal colletto e rispondere alle specifiche indicate nei documenti d'appalto per quanto riguarda altezza e/o diametro della chioma.

d4) Sementi.

Devono essere conformi al genere e specie richiesti nei documenti d'appalto.

Devono essere fornite nelle confezioni originali, sigillate e munite di certificato d'identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di scadenza stabilita dalle leggi vigenti. La mescolanza delle sementi di specie diverse da quelle indicate nei documenti d'appalto, qualora non disponibili in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione Lavori.

e) Pacciamatura.

È la tecnica agronomica che consiste nel ricoprire la superficie del suolo con materiali di varia natura, in modo da impedire o limitare lo sviluppo della vegetazione infestante e ottenere altri vantaggi.

I materiali utilizzabili per mettere in atto questa tecnica possono essere:

- incoerenti degradabili: corteccia di piante arboree resinose uniformemente sfibrata e sminuzzata in spezzoni di dimensioni comprese fra 30x10 mm e 70x30 mm, con un tasso d'umidità inferiore al 20%, libera da insetti e preventivamente trattata con prodotti antimicotici;
- incoerenti non degradabili: materiale lapideo tipo argilla espansa con granuli di dimensioni da 4 mm a 10 mm, inerte sia chimicamente che

fisicamente, in grado di creare un campo isolante che mantenga stabile la temperatura e il tenore d'umidità del terreno.

La Direzione Lavori, su richiesta dell'Impresa, potrà autorizzare l'impiego di pacciame approvvigionato sfuso su autocarri a condizione che i campioni prelevati e sottoposti ad analisi di laboratorio risultino idonei all'impiego specifico.

f) Torba.

Questo materiale, sia di provenienza estera che nazionale, dovrà avere reazione acida con pH non inferiore a 3,5. Deve inoltre presentarsi non eccessivamente umidificata, libera da erbe infestanti, formata in prevalenza da Sphagnum ed Eriophorum ed essere confezionata in balle compresse e sigillate.

g) Acqua.

L'acqua per l'irrigazione d'impianto e per tutti gli altri usi manutentori deve essere assolutamente esente da fattori inquinanti che possono derivare da attività industriali e/o da scarichi urbani o essere costituiti da acque salmastre che per la presenza di sali in concentrazione eccessiva (salinità), o per loro natura (alcalinità), possono provocare danni alla vegetazione.

L'Impresa provvederà a far valutare le caratteristiche chimiche dell'acqua e a fornire i risultati alla Direzione Lavori.

h) Tappeti erbosi in strisce e zolle.

Nel caso in cui fosse necessario il rapido inerbimento delle superfici, l'Impresa dovrà fornire zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nei documenti d'appalto (es. cotico naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecifico, ecc.).

Prima del trasporto a piè d'opera l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori campioni del materiale che intende utilizzare; analogamente, nel caso che fosse richiesto del cotico naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto in luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle erbose, a seconda delle esigenze, delle richieste e delle specie che costituiscono il prato, dovranno essere fornite in forme regolari rettangolari, quadrate o a strisce.

Al fine di non pregiudicarne la compattezza, le strisce dovranno essere consegnate arrotolate e le zolle in pallet; in ogni caso dovranno essere evitati danni dovuti alla fermentazione e alla mancata esposizione alla luce del materiale; in tal senso il materiale non dovrà essere lasciato accatastato o arrotolato.

Il materiale dovrà presentarsi completamente rivestito dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità.

La larghezza del materiale dovrà essere di circa 50 cm con uno spessore di 2-4 cm per raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale.

i) Pali tutori e legature.

Per fissare al suolo le piante arboree con altezza superiore o uguale ad 1 m l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante.

I pali tutori devono essere di legno, diritti, scortecciati, appuntiti dalla parte dell'estremità di maggior diametro.

La parte appuntita dovrà essere resa imputrescibile per un'altezza di 100 cm circa.

In alternativa, su autorizzazione della Direzione Lavori, si potrà fare uso di pali di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche d'imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Le legature in filo di ferro nudo non possono essere utilizzate; dovranno invece essere impiegati speciali collari in adatto materiale elastico (cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.), oppure corda di canapa.

22.2 Esecuzione dei lavori

22.2.1 Prescrizioni generali

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo il miglior magistero.

Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a cura e spese dell'Impresa.

Di qualsiasi operazione si tratti, ogni residuo prodotto deve essere debitamente smaltito all'esterno delle pertinenze autostradali in aree autorizzate, fatte salve le vigenti Norme di Legge, a meno di diverse disposizioni contrattuali o di un diverso impiego in loco dei soli residui vegetali (interramento, pacciamatura), privo di controindicazioni e comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

È fatto assoluto divieto di bruciare i residui delle lavorazioni in conformità alle Leggi e ai Regolamenti vigenti in materia.

In ogni caso al termine di qualsiasi operazione il piano viabile e la segnaletica orizzontale devono risultare ripuliti da ogni residuo vegetale o di terra.

Nell'esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà:

- rispettare tutti i picchetti posti in opera, compresi quelli che sono serviti da capisaldi nella costruzione del corpo autostradale; curarne la conservazione ricollocando quelli che eventualmente possano essere manomessi durante il corso dei lavori previsti;
- provvedere ad eseguire tutti gli interventi necessari per il regolare smaltimento delle acque di pioggia e/o d'irrigazione onde evitare erosioni superficiali e/o ristagni che possano danneggiare gli impianti.

All'atto della consegna dei lavori ed in conformità a quanto previsto dai documenti d'appalto sarà effettuata la delimitazione delle aree da sistemare a verde e dell'aiuola centrale spartitraffico da impiantare, prendendo come riferimento le progressive chilometriche dell'autostrada.

22.2.2 Preparazione delle zone d'impianto

Prima di effettuare gli impianti l'Impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate.

Solo per gli impianti di cui ai successivi artt. 60.2.5 e 60.2.6 le operazioni necessarie alla preparazione delle zone d'impianto appresso indicate, sono comunque a carico dell'Impresa.

a) *Pulizia generale del terreno.*

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'Impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo alle operazioni d'impianto.

In particolare gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "prescrizioni di massima e di Polizia Forestale territorialmente competente".

Per il taglio delle sole piante arboree latifoglie, è richiesto anche la rimozione della ceppaia.

Questa avverrà con impiego di trivella trituratrice avente diametro minimo di 0,50 m, per una profondità di 0,70 m, allo scopo di evitare l'assoluto ricaccio di polloni; l'Impresa dovrà provvedere, successivamente, al ripristino del profilo naturale del terreno.

Nel corso della pulizia generale del sito d'impianto, ove i documenti contrattuali lo prevedano, l'Impresa dovrà provvedere a recuperare e/o conservare, anche con interventi di dendrochirurgia, eventuali piante di particolare valore estetico esistenti nell'area da sistemare.

Contemporaneamente allo sgombero del materiale legnoso di risulta, si dovrà effettuare anche lo sgombero delle ramaglie, delle frasche e del materiale estraneo presente.

L'Impresa, per il trasporto e il successivo conferimento a discarica dovrà attenersi a quanto disposto dalle norme vigenti in materia di Smaltimento dei Rifiuti.

b) *Lavorazione del terreno.*

Qualora le condizioni dell'area e/o la valenza ed il tipo d'impianto lo richiedano, il progetto prevederà interventi di preparazione agraria del terreno dove andrà eseguito l'impianto.

Si dovrà provvedere a lavorare il terreno fino ad una profondità massima di 30-40 cm.

La lavorazione dovrà di norma essere eseguita con mezzi meccanici e potrà essere una semplice fresatura o un intervento d'areazione o decompattamento con "ripper".

Nel corso di quest'operazione l'Impresa dovrà rimuovere gli eventuali ostacoli sotterranei (sassi, pietre, radici, ecc.) che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori, provvedendo anche ad accantonare e conservare, su ordine della Direzione Lavori, eventuali preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) e tutti gli altri materiali che possano essere utilizzati nella sistemazione.

L'esecuzione delle lavorazioni avverrà in periodo d'andamento climatico favorevole, in funzione anche della natura del terreno il quale si deve trovare in tempera (40-50% della capacità totale per l'acqua).

c) *Correzione, Ammendamento, Concimazione di fondo e impiego di Fitofarmaci.*

In occasione della lavorazione l'Impresa dovrà incorporare nel terreno, a mezzo d'interventi leggeri (30-40 cm di profondità), le sostanze (correttivi, ammendanti, concimi per concimazioni di fondo, fitofarmaci) necessarie.

Le sostanze usate dovranno essere trasportate in cantiere nella confezione originale della fabbrica e risultare comunque a titolo o principio attivo ben definito e in caso di concimi complessi, avere il rapporto azoto-fosforo-potassio chiaramente indicato.

Prima dell'esecuzione degli interventi l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre per eventuali controlli in merito ai prodotti e alle modalità di lavoro.

22.2.3 Tracciamenti

Dopo aver eseguito le operazioni di preparazione e comunque prima della messa a dimora delle piante, l'Impresa sulla scorta dei disegni di progetto, predisporrà, a sua cura e spese, la picchettatura delle aree d'impianto segnando con picchetti la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole quali alberi, arbusti ed altre piante e tracciando sul terreno il perimetro delle piantagioni omogenee (tappezzanti, siepi, macchie d'arbusti rimboschimenti, ecc.).

Prima di procedere alle operazioni di piantagione, dovrà comunque ottenere il benestare della Direzione dei Lavori.

22.2.4 Esecuzione degli impianti

a) Trasporto del materiale vivaistico.

Il trasporto del materiale vivaistico deve essere effettuato con tutte le precauzioni necessarie, affinché giunga sul luogo d'impiego nelle migliori condizioni.

Il tempo intercorrente fra il prelievo in vivaio e la messa a dimora deve essere il più breve possibile e anche in questo caso devono comunque essere prese tutte le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti, nonché danni da gelo.

b) Preparazione del materiale vivaistico prima della messa a dimora.

Prima della messa a dimora le eventuali piccole e limitate lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più opportuni.

Per il materiale da fornirsi a radice nuda occorre sottoporre le radici ad una moderata potatura, in modo tale da eliminare quelle lesionate, disseccate, morte o contorte, rinnovare e migliorare i tagli eseguiti in vivaio e asportare il fittone (se presente) eseguendo in tutti i casi tagli netti su tessuti sani.

Nel caso che il materiale sia fornito in contenitori o in zolla, è necessario rimuovere i contenitori o gli eventuali involucri della zolla, eliminare le radici danneggiate o malformate e rimuovere parte del suolo periferico del pane di terra per consentire un miglior contatto fra lo stesso ed il terreno di riempimento della buca.

c) Messa a dimora del materiale vivaistico.

Le buche per l'impianto del materiale vivaistico devono essere predisposte prima dell'arrivo del materiale stesso ed avere le dimensioni indicate nel progetto.

Nelle buche predisposte per la messa a dimora di piante arboree con altezza superiore o uguale a 1,00 m, e prima del loro posizionamento, andranno collocati i tutori. Il tutore deve affondare di almeno 0,30 m oltre il fondo della buca. In rapporto alla pianta il tutore deve essere posto in direzione opposta al vento

dominante. Per piante arboree con altezza superiore o uguale a 3,00 m, in funzione del volume della chioma, può rendersi necessaria un'armatura formata da più paletti, opportunamente controventati alla base con ulteriori paletti infissi saldamente nel terreno e sporgenti circa 0,20 m dal livello del terreno.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda d'acciaio muniti di tendifilo.

Sul fondo della buca aperta per la messa a dimora di ciascuna delle categorie di cui si compone il materiale vivaistico, dovrà quindi essere posto del terreno vegetale, con l'esclusione di ciottoli e/o di materiali comunque impropri per la vegetazione, sul quale sarà sistemato l'apparato vegetale. Tutte le categorie di materiale vivaistico devono essere collocate nella buca in modo tale che il colletto si trovi a livello del fondo della conca d'irrigazione. Il terreno da utilizzare per il definitivo riempimento della buca, dovrà essere mescolato con un adeguato quantitativo di concimi minerali complessi, del tipo azotati a lenta cessione o ritardati e concime organico, o torba nei quantitativi necessari.

La compattazione del terreno di riempimento dovrà essere eseguita con cura e per strati successivi in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non creare sacche d'aria. La terra al piede della pianta va inoltre sistemata in modo tale da formare intorno al colletto una piccola conca (formella) d'irrigazione.

Per favorire il compattamento del terreno di riempimento ed il perfetto assestamento dello stesso attorno alle radici, si dovrà irrigare abbondantemente la pianta messa a dimora attraverso l'apposita conca. Come indicazioni di massima, la quantità d'acqua necessaria alle diverse categorie di soggetti vegetali, per questo tipo d'irrigazione, sono le seguenti:

TIPOLOGIA VEGETALE	ALTEZZA DEL MATERIALE	VOLUME DI ACQUA / INDIVIDUO
alberi	oltre i 3,00 m	35 ÷ 50 l
alberi	fino a 3,00 m	10 ÷ 15 l
piantine forestali, arbusti	-	5 ÷ 8 l

Le legature fra la pianta arborea e il tutore dovranno essere disposte in modo che attraverso la loro azione, il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta va quindi disposta di norma a circa 0,20 m al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad un metro dal suolo. Per evitare danni alla corteccia è indispensabile interporre, fra tutore e fusto, un idoneo cuscinetto antifrizione in materiale adatto.

A livello della chioma dovranno essere eliminati i rametti danneggiati, troppo deboli, molto vicini, avendo cura di stabilire un equilibrio tra la porzione aerea e quella radicale ed eseguendo un taglio di formazione della chioma, in modo da conferire la forma desiderata rispettando l'habitus naturale della specie.

Dopo il trapianto, la pianta deve risultare ben ferma così da poter radicare regolarmente senza il pericolo di rottura delle radici sottili di nuova formazione.

22.2.5 Impianto di tappeti erbosi e/o zolle

Prima della messa a dimora dei tappeti erbosi l'Impresa deve preparare un adeguato letto di posa per il tappeto stesso.

Il terreno dovrà essere lavorato per una profondità di almeno 15 cm, debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e dovrà risultare finemente sminuzzato ed opportunamente livellato.

Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà effettuare la somministrazione di almeno 5 q/ha di concime ternario (N - P - K) a titolo 10 - 10 - 15.

Il materiale, sia esso in strisce che in zolle, dovrà essere disposto a file, con giunti sfalsati tra fila e fila, in modo da non presentare soluzioni di continuità fra striscia e striscia o fra zolla e zolla; in tal senso l'Impresa dovrà provvedere allo spandimento di un'opportuna quantità di terriccio (composto con terra di coltivo, sabbia e torba) al fine di sigillare il tappeto erboso nei punti di giunzione, compattando il tutto con battitura o rullatura così da risultare perfettamente assestato.

Inoltre l'Impresa, a seconda dell'epoca d'impianto e a prescindere dall'andamento stagionale, dovrà provvedere ad un'abbondante irrigazione d'impianto, assicurando un minimo di 20-25 l/m² così da ottenere un completo assestamento del tappeto posto in opera.

22.2.6 Semine di prati

La realizzazione del manto erboso potrà essere eseguita con metodo secco (semina manuale o meccanica) o con metodo umido (idrosemina con attrezzature a pressione).

1. Metodo secco: l'Impresa è tenuta a provvedere alla preparazione del terreno su cui sarà eseguita la semina; questo dovrà risultare debitamente liberato da qualsiasi materiale di rifiuto (pietrame, cocci, radici, ecc.) e finemente sminuzzato. Contemporaneamente a tali lavorazioni l'Impresa dovrà somministrare almeno 5 q/ha di concime binario (P - K) a titolo 18-20 e procedere alla semina del miscuglio, opportunamente mescolato, nel quantitativo e nelle specie previste dai documenti contrattuali. Successivamente il terreno dovrà essere sottoposto a leggera rastrellatura manuale o meccanica per favorire l'interramento del concime e del miscuglio, seguita da un'opportuna rullatura per la perfetta adesione dei materiali con il terreno. Su pendii leggeri o superfici pianeggianti si può ricorrere alla semina meccanizzata. A germinazione avvenuta, l'Impresa è tenuta a somministrare almeno 2 q/ha di concime azotato con titolo 15/16. L'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare l'eventuale prelevamento di campioni e possa verificare la qualità e la quantità prescritta, restando comunque a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.
2. Metodo umido o idrosemina: in tutte le situazioni che per giacitura, per le insufficienti caratteristiche fisico-chimiche dei terreni e per la scarsa accessibilità, nelle quali è difficoltoso o sconsigliabile l'impiego del metodo secco, i documenti contrattuali prescriveranno l'idrosemina.

L'Impresa procederà al rivestimento di tali superfici mediante lo spargimento meccanico a mezzo d'idrosemiatrice a pressione, in grado di effettuare l'irrorazione a distanza, con diametro degli ugelli tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

Con l'idrosemina s'irrorerà una miscela in soluzione acquosa costituita da:

- a. acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- b. miscela di sementi nel quantitativo e specie previsti nel progetto;
- c. collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- d. concime organico e/o inorganico nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali;
- e. altri ammendanti e inoculi nella quantità e qualità prevista nei documenti contrattuali.

La miscelazione dei componenti dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna, alla presenza della Direzione Lavori. Anche per questo metodo, l'Impresa è tenuta a dare tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori, affinché questa possa effettuare il prelievo di campioni e possa verificarne la qualità e la quantità prescritta, restando in ogni modo a suo carico le eventuali operazioni di risemina, nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme.

22.2.7 Rimboschimento con semenzali e impianto di talee

Sulle superfici preparate e concimate come ai precedenti punti, l'Impresa procederà all'impianto di semenzali o talee, secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione Lavori, in ragione di cinque/sei piantine per metro quadrato, disposte a quinconce su file parallele al ciglio strada.

L'Impresa è libera di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno, tenuto conto naturalmente del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze.

L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido. Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Impresa avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Impresa trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino diluita in acqua.

L'Impresa avrà cura di approntare a piè d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato, in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto. Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Negli impianti di talee, queste dovranno risultare del diametro minimo di 1,5 cm, di taglio fresco ed allo stato verde e tale da garantire il ripollonamento.

Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori n'ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

22.2.8 Rivestimento di scarpate in roccia con rete metallica

Le scarpate di scavi in roccia dovranno essere rivestite con rete metallica ad alta resistenza a maglia esagonale a doppia torsione, in filo d'acciaio zincato del diametro di 3 mm.

Ogni partita di rete dovrà essere sottoposta a controlli secondo il disposto delle presenti Norme; la quantità di zinco per m² di superficie zincata dovrà risultare uguale o superiore a 270 g.

La rete dovrà essere stesa sulle scarpate disponendo i teli secondo le linee di massima pendenza; dovrà essere ancorata in sommità entro un cordolo in conglomerato cementizio di tipo III con Rck > 25 MPa, della sezione di 20 x 30 cm, corrente per tutto lo sviluppo del rivestimento; intorno all'armatura del cordolo, costituita da un tondo in acciaio, dovrà essere ripiegata la rete.

I teli dovranno essere accuratamente legati tra di loro nei punti di giunzione con filo d'acciaio zincato del diametro uguale al filo della rete, così da dare continuità al rivestimento. Si dovrà provvedere quindi all'ancoraggio della rete alla parete mediante cambre in tondini d'acciaio zincato della lunghezza di almeno 30 cm e del diametro di 16 mm, posti in opera entro fori di profondità minima di 20 cm, sigillati con malta di cemento.

La frequenza degli ancoraggi in parete dovrà essere in media di uno per metro quadrato di rete; alla base del rivestimento dovrà essere realizzata una fila d'ancoraggi tra loro distanti mediamente un metro. Nell'esecuzione dei fori l'Impresa dovrà avere cura di posizionarli nei punti dove la roccia si presenta più sana e compatta.

PARTE III: NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Art. 23 Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, numerici o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori a misura saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se, dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Per la quota delle lavorazioni affidate a corpo, le corrispondenti misurazioni saranno utilizzate per verificare la rispondenza delle opere eseguite a quelle progettate e la loro liquidazione sarà effettuata a percentuale d'avanzamento d'opere compiute secondo lo schema prestabilito contrattualmente.

Nel caso, invece, che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere e la loro ricostruzione a cura ed a spese dell'Impresa; soltanto se le minori dimensioni, sentito il Progettista, risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità delle opere, la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

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

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

Si precisa inoltre, per maggiore completezza e chiarimento, che tutte le prove di campionatura, di verifica delle caratteristiche meccaniche dei terreni, d'accettazione e qualificazione dei materiali, di controllo delle lavorazioni eseguite, i campi di prova con le relative verifiche, le prove di carico, l'assistenza ai collaudi e in genere qualsiasi verifica e prova atta a dimostrare la qualità della lavorazione, saranno svolte a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori; pertanto l'Impresa dovrà tenere conto nella sua offerta di tali oneri.

Art. 24 Lavori in economia

Le prestazioni in economia dovranno essere assolutamente eccezionali e potranno adottarsi solo per lavori del tutto marginali.

In ogni caso saranno contabilizzate soltanto se riconosciute oggetto di un preventivo ordine ed autorizzazione scritti della Direzione Lavori.

Art. 25 Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere

delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Con riferimento al trasporto dei materiali (a discarica o da cava), per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

25.1 Scavi

25.1.1 Scavi in genere

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1.10.

Gli articoli dell'Elenco Prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:

- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfaccimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

25.1.2 Scavi di sbancamento

Tali s'intendono quelli definiti dall'Art. 6.2 Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

25.2 Demolizioni

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume.

La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco Prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere.

Tali articoli, che comprendono il trasporto a rifiuto presso discariche idonee alla ricezione dei materiali, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computato a metro cubo del loro effettivo volume. Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco Prezzi.

Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

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.

Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.

Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.

25.3 Rilevati: Preparazione del piano di posa

Gli articoli dell'Elenco Prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.

Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco Prezzi.

In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

25.4 Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dalla differenza fra:

- il volume totale dei rilevati;
- la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società

prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Impresa in ambito esterno ai confini di lotto, sarà riconosciuto alla stessa tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di riempimenti, di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:

1. prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali;
2. l'ottenimento del benessere da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave, relativamente alla normativa emanata dalle singole Regioni;
3. le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
4. l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Impresa dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel caso che il progetto debba essere redatto dall'Impresa, dovrà essere sottoposto anche al preventivo benessere della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0.20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco Prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave, da scavi o da depositi, avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme per la formazione della sede dell'autostrada e delle deviazioni di strade statali, provinciali e comunali, nonché degli altri eventuali rilevati per i quali fossero ordinate operazioni analoghe.

Gli articoli dell'Elenco Prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di materie, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli

articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.

Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto dalle presenti Norme), saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco Prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.

Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco Prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre.

La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco Prezzi applicato per il nucleo del rilevato.

L'articolo dell'Elenco Prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco Prezzi.

Dal computo dei volumi dei rilevati si detorranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.

Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori. Saranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento.

La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo l'addensamento.

Il volume dei materiali, di proprietà della Società, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.

Gli oneri per l'esecuzione dei rilevati di prova, eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa.

L'onere per la stabilizzazione a cemento del rilevato a tergo delle murature e la relativa fornitura del cemento troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco Prezzi.

Art. 26 Micropali

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei micropali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti Norme.

Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto. L'esecuzione di micropali inclinati sino a 15° rispetto alla verticale non darà luogo a maggiorazione alcuna.

La lunghezza per i micropali costruiti in opera sarà quella accertata mediante misurazione dalla quota di sottoplinto fino alla massima profondità misurata, in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa e con stesura di un verbale di misurazione immediatamente prima del getto; tale lunghezza dovrà risultare conforme al progetto con tolleranza di ± 20 cm.

Nei relativi articoli di Elenco Prezzi si intendono comprese tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i pali completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

1. la preparazione del piano di lavoro ed i tracciamenti;
2. l'eventuale scavo a vuoto;
3. il carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, compreso il trattamento dei fanghi secondo le leggi vigenti;
4. tutte le prove (di carico, vibrazionali, geofisiche, sui micropali prova, di carico sul palo, a rottura sui cubetti di conglomerato cementizio, carotaggi, ultrasuoni, scavi attorno al fusto del palo, ecc.), i controlli e la documentazione dei lavori, secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche.

È esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica che saranno contabilizzate con i relativi articoli dell'Elenco Prezzi.

Qualora dovesse sorgere la necessità di sostituire un palo per ovviare ad inconvenienti o ad errori, non sarà corrisposto all'Impresa alcun compenso per il micropalo abbandonato, mentre dei micropali che lo sostituiscono ne sarà computato uno soltanto.

Art. 27 Barre autop perforanti

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme ed in particolare:

1. l'esecuzione di un adeguato numero di barre auto perforanti preliminari di prova, la loro ripetizione nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente;
2. tutte le prove ed analisi per la determinazione dell'aggressività dell'ambiente attraversato dalle barre;
3. tutte le prove di controllo sulla resistenza delle barre utilizzate;
4. tutte le prove per il controllo della fluidità, dell'essudazione e della resistenza a compressione della miscela utilizzata.

Le barre autop perforanti saranno computate in base alla loro lunghezza effettiva, misurata dall'estremità di fondo alla superficie esterna dell'apparecchio di bloccaggio; le iniezioni saranno computate in base all'effettiva lunghezza del foro iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.

I relativi articoli comprendono inoltre il riempimento anticorrosivo posto a protezione del tratto libero.

Art. 28 Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi armati saranno computati a volume con metodi geometrici effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche.

In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura ed i vani di volume minore od uguale a 0.20m³ ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Gli articoli d'Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:

1. la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.);
2. la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche (compresa la saldatura delle stesse), l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive;
3. la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.;
4. la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate; il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto;
5. le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Sono esclusi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

1. le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
2. le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
3. gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 0°C, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori,

d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 15% del suo valore.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo.

Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Art. 29 Casseforme - Armature di sostegno

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d'Elenco Prezzi. Tali articoli d'Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

29.1 Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

29.2 Armature di sostegno

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine per archi o volte, di luce retta fino a 2.0m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2.0 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco Prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d'archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d'Elenco Prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10m, tante volte quante sono le zone di 5m eccedenti i primi 10m.

Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle d'opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi gli articoli saranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

Art. 30 Acciaio per c.a.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI EN 10080:2005.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.

Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.

Art. 31 Manufatti metallici

I manufatti d'acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli d'Elenco Prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta tolleranza non si applica nel caso d'appalti a corpo. Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto. È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d'elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

I relativi articoli d'Elenco Prezzi comprendono:

1. la fornitura di tutti i materiali;
2. la lavorazione secondo i disegni costruttivi;
3. la posa ed il fissaggio in opera;
4. la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine;
5. la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa.

Art. 32 Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura ed a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto. Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

Art. 33 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I relativi articoli dell'Elenco Prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

Art. 34 Tubazioni

34.1 Generalità

Gli articoli d'Elenco prezzi relativi alle varie tubazioni comprendono gli oneri per:

- la realizzazione dei giunti, compreso gli accessori quali collanti, manicotti, saldature, collari di presa, raccorderia, ecc.;
- la compenetrazione dei tubi maschio-femmina;
- tagli, sfridi, ecc..

Inoltre per le tubazioni interrato sono compresi gli oneri la selezione del materiale fino, la regolarizzazione del fondo scavo, la preparazione del letto di posa, il rivestimento ed il successivo reinterro con il materiale di risulta.

I pezzi speciali saranno computati ragguagliandoli al tubo di pari diametro, secondo le seguenti misure:

- 1.00 m per curve, gomiti e cappellotti terminali;
- 1.25 m per braghe semplici e giunti a squadra;
- 1.75 m per braghe doppie e giunti a croce;
- 6.00 m per braghe multiple e sifoni;
- 1.00 m del diametro minore per riduzioni.

34.2 Tubazioni in PVC rigido e PVC rigido microfessurato

Saranno computate a metro di lunghezza effettiva, compresi gli oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.

Art. 35 Opere in verde

La sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole sarà computata in base alla sua superficie effettiva.

La fornitura d'idoneo terreno vegetale sarà computata in base all'effettivo volume, misurato dopo l'assestamento.

Semine, idrosemine e rivestimenti di scarpate saranno computate per le effettive superfici trattate; i relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri attinenti alla preparazione del terreno, alla fornitura di tutti i materiali occorrenti quali: seme, fertilizzanti, materiale per il fissaggio e la protezione del seme, acqua, ecc.; il nolo della speciale attrezzatura di proiezione ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere necessario.

La fornitura e messa a dimora di piante prive di deformazioni, ferite, attacchi parassitari in corso o passati, con chioma ben ramificata, equilibrata e uniforme, devono avere le caratteristiche dettagliate nelle presenti Norme Tecniche; d'altezza, sviluppo e caratteristiche come specificate in progetto, compreso ogni onere, provvista e manutenzione.

Le forniture relative ai singoli taxon sono riferite, come specificato negli articoli d'Elenco prezzi, a piante arboree allevate e fornite in contenitore oppure fornite in zolla o a radice nuda.

Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

Le zolle devono essere imballate, per non pregiudicarne la consistenza, con appositi involucri: juta, teli di plastica, ecc.; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3.50m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.

Le piante fornite in contenitore devono avere l'apparato radicale completamente compenetrato in questo, tale cioè da non fuoriuscirne; l'apparato radicale deve in ogni modo presentarsi, sia in piante allevate in contenitore sia in zolla, ben accestito, ricco di ramificazioni, con capillizi freschi e sani ed esente da infestazioni patologiche in corso o passate.

Le piante arbustive di qualsiasi genere e di qualsiasi tipo di fornitura (radice nuda, zolla e contenitore) dovranno avere un minimo di 3 fusti al colletto.

La protezione di scarpate in trincea mediante stuoie o reti sarà computata in base all'effettiva superficie protetta, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei teli.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono anche le forniture, prestazioni ed oneri elencati nelle presenti Norme.