

STUDIO INGEGNERIA & GEOLOGIA
Via Dolomiti, 1
38050 Mezzano di Primiero (TN)

sperandio.tn@gmail.com
alessandro.sperandio@ingpec.eu
M: +39.349.75.40.811
T: +39.0461.041.841
F: +39.0461.186.0.176



**PROGETTO
ESECUTIVO**

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEI VERSANTI A VALLE DELLA FRAZIONE DI SOMPRA' - CANAL SAN BOVO (TN)

ELABORATO:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO SEZIONE TECNICA

Rev. N.	Data	Descrizione
01	GENNAIO 2025	Emissione

Questo documento non potrà essere copiato,
riprodotto o pubblicato per intero o in parte senza
il consenso per iscritto dell'autore (legge 22.4.1941
n. 633 art.2575 e segg. c.c.)

COMMITTENTE:

COMUNE DI CANAL SAN BOVO

Via Roma, 58
38050 CANAL SAN BOVO (TN)

Tel. 0439.719900 - Fax. 0439.719999
PEC: comune@pec.comune.canalsanbovo.tn.it

PROGETTAZIONE:

STUDIO DI INGEGNERIA & GEOLOGIA
Ing.j. Geol. ALESSANDRO SPERANDIO
Via Dolomiti, 1 - 38050 Mezzano di Primiero (Trento)

email: sperandio.tn@gmail.com
PEC: alessandro.sperandio@ingpec.eu
cel: +39.349.75.40.811

alessandro
sperandio
17.02.2025
15:49:02
GMT+02:00



CAPO 1 – DATI GENERALI

ART. 1 - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DI QUANTO OGGETTO DELL'APPALTO

Il presente elaborato rappresenta il CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE TECNICA del progetto esecutivo per gli "INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEI VERSANTI A VALLE DELLA FRAZIONE DI SOMPRA' - CANAL SAN BOVO (TN)."

In particolare si prevedono:

• ZONA SUD – PENDIO VERSO TORRENTE VANOI:

- Consolidamento e sistemazione dell'area in frana sita a valle dell'edificio su p.ed. 2083 mediante integrazione ed adeguamento dell'esistente e storico sistema di terrazzamenti formato da muretti a secco tradizionali:
 - demolizione e rimozione della legnaia attualmente pericolante sull'orlo di frana e consolidamento del muro esistente tramite una serie di 8 tiranti provvisori in barre auto perforanti;
 - **gabbionata 1:** opera di sostegno a circa q. 725 m s.l.m., lunga 13 m e alta 2 m, formata da elementi prefiniti da 0.5 mc per essere allocati con elicottero con portata da 11 q.li;
 - **gabbionata 2:** opera di sostegno a circa q. 730 m s.l.m., lunga 11 m e alta 2 m, formata da elementi prefiniti da 0.5 mc per essere allocati con elicottero con portata da 11 q.li;
 - **consolidatori 1:** Corso di consolidatori metallici "a farfalla" a circa q. 735 m s.l.m., costituiti da n. 8 elementi con dimensioni di 2.00x2.50 m, dotati di ancoraggio principale di fondazione centrale ed ancoraggi secondari nei nodi;
 - **consolidatori 2:** Corso di consolidatori metallici "a farfalla" a circa q. 739 m s.l.m., costituiti da n. 7 elementi con dimensioni di 2.00x2.50 m, dotati di ancoraggio principale di fondazione centrale ed ancoraggi secondari nei nodi;
 - **consolidatori 3:** Corso di consolidatori metallici "a farfalla" a circa q. 741 m s.l.m., costituiti da n. 6 elementi con dimensioni di 2.00x2.50 m, dotati di ancoraggio principale di fondazione centrale ed ancoraggi secondari nei nodi;
 - Riprofilatura e regolarizzazione del pendio con riempimenti drenati ad intasamento a tergo dei consolidatori e rinverdimenti finali.

• ZONA OVEST – PENDIO VERSO RIO RORRE:

- Consolidamento delle strutture murarie di sostegno della strada comunale su p.f. 11673, con ruolo di sottofondazione con sostegno del piede dell'esistente muro di valle, costituita da:
 - **banchettone:** un nuovo bacchettone in c.a. lungo 19.5 m circa, largo mediamente 0.90 m minimo e con altezze variabili (circa 0.70 m nella parte verso Sud e 1.6 m circa nella parte verso Nord), fondato su una cortina di micropali DN 139, spessore tubolare 10 mm, lunghi 8 m, con disposizione in due file "a cavallotto", avente interasse circa 0.65 m la fila esterna verticale e circa 1.30 m la fila interna inclinata di 30°.
- Consolidamento e sistemazione dell'area in frana sita a valle della strada comunale su p.f. 11673 e dell'edificio su p.ed. 2021 mediante integrazione ed adeguamento dell'esistente e storico sistema di terrazzamenti formato da muretti a secco tradizionali:
 - **gabbionata 3:** opera di sostegno a circa q. 730 m s.l.m., lunga 8 m e alta 1.5 m, formata da elementi prefiniti da 0.5 mc per essere allocati con elicottero con portata da 11 q.li;
 - **gabbionata 4:** opera di sostegno a circa q. 741 m s.l.m., lunga 10 m e alta 2 m, formata da elementi prefiniti da 0.5 mc per essere allocati con elicottero con portata da 11 q.li;
 - Riprofilatura e regolarizzazione del pendio e rinverdimenti finali.

I siti di intervento si presentano assai disagiati per la mancanza di vie di accesso per uomini e mezzi e per l'elevata acclività dei pendii su cui si dovrà operare. Ciò dovrà comportare l'adozione di una serie di accorgimenti necessari alla realizzazione degli interventi, integrati nelle operazioni di approntamento cantiere:

- approntamento, disbosco e decespugliamento delle zone di intervento;
- approntamento e successivo ripristino di una pista provvisoria per allocare con mezzi di ridotte dimensioni i materiali all'apice della zona Sud, in zona prospiciente l'edificio p.ed. 2083;
- l'accesso a tutte le zone di intervento e le operazioni meccanizzate sui pendii avverranno con escavatore ragno adeguatamente predisposto con le necessarie attrezzature: catane, verricelli, braccia, pinze, perforatrici ecc ecc ecc
- consolidamento provvisorio del muro sito all'apice dell'area di frana sulla p.f. 443/6, mediante posa di una serie di tiranti in barre metalliche auto perforanti DN 32, in modo da consentire di potere lavorare ed operare sulla zona sottostante (costruzione gabbionate e posa consolidatori);
- posa di una barriera metallica paradetriti provvisoria a valle del sito di intervento sulla frana a valle della p.ed. 2101, a protezione della strada comunale su p.f. 11099 e dei vicini terreni ed edifici agricoli;

- impiego di elicottero con portata di 11 q.li per allocare gli elementi prefiniti per la costruzione delle gabbionate; per queste saranno impiegati infatti elementi di ridotte dimensioni (1.00x1.00x0.50 m, 0.5 mc), appunto per ridurre la massa da movimentare.

In generale si prevede, come da pressì consolidata in quatti casi, che radici e ceppaie vengano rilasciate nel terreno in situ, interrate totalmente o parzialmente, ed ove necessario ridotte e/o tagliate vicino al suolo il più possibile. Nei casi in cui la pratica sopra esposta non possa essere pienamente attuata, si prevede di intervenire preventivamente con mezzi meccanici per ridurre radici e ceppaie mediante frantumazione meccanica (con frese, pinze o altro) e procedere quindi a interrimento in situ.

Il mantenimento nel terreno di radici e ceppaie infatti ha un pregevole significato ecologico, in quanto si evita di allontanare dal suolo materiale organico e minerale, preservandone quindi le condizioni di fertilità stazionale. Ha inoltre anche un significato idrogeologico per la difesa del suolo dall'erosione, infatti la presenza di tanti elementi legnosi nel terreno conferisce, almeno nei primi periodi, un rilevante e positivo effetto di rinforzo geotecnico, migliorando le prestazioni di resistenza dei terreni medesimi.

Si evidenzia fin d'ora che in sede esecutiva di costruzione e realizzazione saranno inevitabili delle modifiche per assestamenti e adattamenti di opere e lavorazioni, necessarie per conformarsi ed adeguarsi alle effettive condizioni geologiche, geotecniche ed idrauliche e dei terreni e dei luoghi effettivamente riscontrabili in fase di apertura degli scavi.

Per quanto riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo, si osserva che il progetto prevede la completa compensazione di scavi e riporti nei siti di intervento, pertanto le medesime saranno da trattare ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06, operando contestualmente le necessarie sistemazioni e modellazioni finali, comunque nel rispetto delle qualità ambientali dei terreni, verificate con apposite indagini.

Inoltre una serie di lavorazione opere accessorie tre cui principalmente:

- Creazione pista provvisoria d'accesso con smontaggio e ripristino di alcuni manufatti esistenti
- Demolizione baracca precaria esistente

ART. 2 - DIMENSIONI E FORME

[omissis]

ART. 3 - AVVERTENZA GENERALE

Si premette che per norma generale invariabile resta convenuto e stabilito contrattualmente che nel prezzo unitario od a corpo dei lavori s'intenderà compresa e compensata ogni spesa principale e provvisoria, ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto, ogni indennità di cava, ogni lavorazione e magistero per dare tutti i lavori completamente in opera nel modo prescritto, e ciò anche quando non sia esplicitamente dichiarato nei rispettivi articoli di elenco.

Si conviene poi espressamente che le eventuali designazioni di provenienza dei materiali contenute nel presente Capitolato non danno, in alcun caso, diritto all'Appaltatore di chiedere variazioni di prezzi o maggiori compensi per le maggiori spese che egli dovesse eventualmente sostenere nel caso che dalle provenienze indicate non potessero aversi tali e tanti materiali da corrispondere ai requisiti ed alle esigenze del lavoro.

CAPO 2 - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

ART. 4 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale approvato con D.M. n. 45 di data 19/04/2000 e s.m.i.

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

L'appaltatore è obbligato a notificare alla Direzione dei Lavori, in tempo utile, e in ogni caso almeno quindici giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e alle verifiche che la Direzione Tecnica reputasse necessarie prima di accettarli. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, non può mai pregiudicare il diritto della Direzione Lavori stessa, di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se già posti in opera e fino a collaudo definitivo, i materiali che non corrispondessero ai requisiti e alle caratteristiche contrattuali.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato 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.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I materiali da impiegare nei lavori, con riferimento alle citate normative ed eventuali necessarie modificazioni, dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati:

A) ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 09/01/1996 in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

B) LEGANTI IDRAULICI

Dovranno corrispondere alla Legge 26 maggio 1965 (G.U. n. 143 del 10 giugno 1965) e relativo D.M. 14 gennaio 1966 (G.U. n. 37 del 12 febbraio 1966) "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici". Si distinguono in:

1) Cementi (di cui all'art. 1 lettera a), b), c) della Legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3 giugno 1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.07.68).
- D.M. 20 novembre 1984 "Modificazione al D.M. 3.06.68 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.84).
- Avviso di rettifica al D.M. 20 novembre 1984 (G.U. n. 26 del 31.01.85).
- D.M. 9 marzo 1988 n. 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".

2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 31 agosto 1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" (G.U. n. 287 del 6 novembre 1972).

C) CALCI AEREE - POZZOLANE

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree", R.D. 16.11.1939, n. 2231, ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16.11.1939, n. 2230.

D) GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 09/01/1996 "norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica".

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però, salvo diversamente specificato in MIX DESIGN, non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

E) PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE 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. 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

F) GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

G) CUBETTI DI PIETRA

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R. - Ed. 1954 e nella "Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945".

H) CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - GUIDE DI RISVOLTO - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945".

I) SCAPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER FONDAZIONI

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

L) CIOTTOLI DA IMPIEGARE PER I SELCIATI

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

M) PIETRA NATURALE

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate con martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

N) PIETRE DA TAGLIO

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori.

Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza imasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n. 2232 del 16 novembre 1939 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione". Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

O) TUFI

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

P) MATERIALI LATERIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme, e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

Q) MANUFATTI DI CEMENTO

manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

R) MATERIALI FERROSI

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Essi dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 09/01/1996.

S) LEGNAMI

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltre passare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno nè smussi di sorta. I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

T) BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n. 3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali "Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980.

U) BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali", Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

V) POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con oli minerali in quantità non superiori all'1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).

Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

W) OLII ASFALTICI

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare, e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- 1) OLII DEL TIPO A (INVERNALE) PER POLVERI ABRUZZESI: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30-45°;
- 2) OLII DEL TIPO A (INVERNALE) PER POLVERI SICILIANE: viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55-70°C;
- 3) OLII DEL TIPO B (ESTIVO) PER POLVERI ABRUZZESI: viscosità Engler a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35-50°C;
- 4) OLII DEL TIPO B (ESTIVO) PER POLVERI SICILIANE: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55-70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivati da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purchè di caratteristiche analoghe a quelle soprariportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

X) MATERIALI PER OPERE IN VERDE

- 1) TERRA: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
- 2) CONCIMI: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.
- 3) MATERIALE VIVAISTICO: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.
- 4) SEMI: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di seme da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente"; e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

- 5) ZOLLE: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggiere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago sp.pl.*, mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui: *Rumex sp.pl.*, *Artemisia sp.pl.*, *Catex sp.pl.* e tutte le Umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale, e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

- 6) PALETTI DI CASTAGNO PER ANCORAGGIO VIMINATE: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature e spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.
- 7) VERGHE DI SALICE: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle viminate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con un diametro massimo di cm 2,5.
- 8) TALEE DI SALICE: le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm 2.

Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure anche delle specie e degli ibridi spontanei nella zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

- 9) RETE METALLICA: sarà il tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

Y) TELI DI "GEOTESSILE"

Il telo "geotessile" salvo diversa e ben specificata indicazione progettuale, avrà le seguenti caratteristiche:

- 1) composizione: fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, agglomerate senza l'impiego di collanti;
- 2) coefficiente di permeabilità: per filtrazione trasversale, compreso fra 10^3 e 10^1 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- 3) resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 300 N/5cm (¹), con allungamento a rottura compreso fra il 25 e l'85%.

Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzioni di supporto per i sovrastanti strati di pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del "geotessile" occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23 dicembre 1985 e sul B.U. n. 111 del 24 dicembre 1985.

ART. 5 - PROVE DEI MATERIALI

A) CERTIFICATO DI QUALITÀ

L'Appaltatore, su richiesta dalla D.L. dovrà esibire al Direttore dei Lavori, prima dell'impiego dei vari materiali per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalle norme vigenti.

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

Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di cm 20 con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o qualora varino le cave di prestito o gli impianti di produzione.

B) ACCERTAMENTI PREVENTIVI

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m ³	per i materiali lapidei;
10.000 m ²	per i conglomerati bituminosi;
500 m ³	per i conglomerati cementizi;
50 t	per cementi e le calci,
5.000 m	per le barriere,
10.000 m ³	per materiale inerte da impiegare per la realizzazione dei rilevati stradali,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino un protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'art. 12 "Penali in caso di ritardo" della Parte Amministrativa del Capitolato speciale d'appalto.

Le prove di laboratorio minime previste per l'accettazione preventiva dei materiali inerti da impiegare per la realizzazione dei rilevati dovranno essere almeno le seguenti:

- fuso granulometrico con classificazione gruppo di appartenenza secondo C.N.R.-U.N.I. 10006/1963 ;
- proctor modificata
- Los Angeles

C) PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, presso il Laboratorio Ufficiale Provinciale. Gli addetti al Laboratorio come quelli della Direzione Lavori, dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di posa dovranno agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Appaltatore è tenuto a provvedere a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

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

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

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonera l'Appaltatore

da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere i prescritti requisiti.

CAPO 3 - MODO DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI

ART. 6 - LIBERTA' E SICUREZZA NEL TRANSITO

Vien fatto stretto obbligo all'Impresa di prendere e di mantenere tutti i provvedimenti atti a garantire sicurezza di transito, per i quali non verrà corrisposto all'Impresa alcuna indennità speciale essendo questa già compresa nei prezzi unitari offerti.

In particolare l'Impresa è tenuta:

- 1) a conservare le vie e i passaggi di accesso al cantiere, provvedendo all'uopo e a sue spese, con opere provvisorie a mantenere il transito qualora trattasi di lavori di riassetto, di strade esistenti, per una larghezza utile di carreggiata di metri 3,00 restando a carico dell'Appaltatore ogni responsabilità per danni che avessero a derivare alle persone e alle cose;
- 2) alle segnalazioni diurne e notturne mediante appositi cartelli e fanali nei tratti stradali interessati dai lavori, ove abbia a svolgersi il traffico.

Per patto contrattuale la stazione appaltante è esonerata da ogni responsabilità verso gli operai e verso chiunque altro per infortuni o danni che possano avvenire in dipendenza dell'appalto, rimanendo intesi che eventuali danni saranno completamente risarciti unicamente dall'assuntore dei lavori.

E' fatto carico all'Impresa di osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al D.L. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m. (Codice della Strada) e relativo regolamento.

Eventuale chiusura della strada dovuta a necessità oggettive per l'esecuzione dei lavori stessi devono comunque essere concordate e autorizzate dal Direttore dei Lavori e dall'Amministrazione appaltante, come nel caso di chiusura temporanea della strada a monte dalla zona dei micropali (a valle p.ed. .2101) e della strada di accesso alla zona bassa, verso la p.ed. .183

ART. 7 - SVILUPPO DEI LAVORI

I lavori della ZONA SUD – PENDIO VERSO TORRENTE VANOI dovranno essere eseguiti con priorità, compatibilmente con le condizioni meteorologiche e, conseguentemente, geotecniche.

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di fissare all'Impresa i punti e i tempi ove debbono essere a preferenza incominciati i lavori, concentrati i mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto dal pubblico vantaggio ed in particolare i preparativi e le provviste perciò necessari, saranno fatti dall'Imprenditore appena sottoscritto il contratto d'appalto.

ART. 8 - TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i minimi degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure stabilire nelle tratte, su indicazione della Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curando poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

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

La Direzione dei lavori, con personale ausiliario, fornito dall'Impresa, fisserà sul posto gli elementi per il tracciamento della strada ed i caposaldi per la livelletta.

ART. 9 - SCAVI E RIALZI

Il compenso per i lavori di cui al presente articolo, in quanto non sia espressamente altrimenti stabilito, è conglobato nel prezzo fissato per gli scavi.

Gli scavi ed i rialzi saranno eseguiti nelle precise forme e dimensioni risultanti dai relativi profili, usandosi poi di ogni esattezza nello scavare fossi, nell'appianare e sistemare le banchine e nel rendere perfettamente allineati i lembi della strada.

Per l'abbattimento e trasporto di piante che si troveranno in corrispondenza degli scavi e dei rilevati non verrà corrisposto alcun compenso.

Le piante abbattute non passeranno in proprietà all'Impresa, ma verranno allestite a bordo strada o altro luogo in cui potranno essere agevolmente caricate.

La Ditta appaltatrice dovrà essere abilitata alla rimovimentazione di materiale proveniente dagli scavi sia nel caso in cui gli stessi dovessero essere classificati come rifiuti risultanti dall'estrazione, dal trattamento, dall'ammasso di risorse minerarie o dallo sfruttamento delle cave secondo la vigente normativa, sia nel caso in cui il materiale escavato risulti soggetto alla vigente normativa sui rifiuti. Qualora la Ditta appaltatrice non fosse abilitata dovrà avvalersi di Ditte subappaltatrici in possesso di tali requisiti.

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

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

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

In particolare, nel rispetto di quanto indicato nel piano di sicurezza, i fronti di scavo non dovranno superare la lunghezza di m. 5 per altezze dello stesso superiori a m. 3 con angolo di inclinazione pari a 70° per stabilità di breve termine. Tale oneri devono intendersi compresi e compensati nella voce di scavo e pertanto nella formulazione del prezzo unitario si dovrà tenerne conto.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione dei Lavori presso il Laboratorio Prove della Provincia di Trento o presso altri Laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. U.N.I. 10006/1963 riportate nella Tabella a pagina seguente.

1. FORMAZIONE DEI RILEVATI

[omissis]

2. SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratte stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la D.L., per fondazioni di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla D.L. anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di offerta.

Gli scavi di sbancamento, qualora non risultino diversamente indicato nelle sezioni di progetto o nelle sezioni tipo saranno computate a parete verticale.

3. SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli praticati al di sotto del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o del punto più depresso delle trincee o sfaldamenti precedentemente eseguiti od in altre parole saranno considerati come scavi di fondazione soltanto quelli che risultino incassati su tutti i lati verticali. Gli scavi occorrenti alle fondazioni delle opere murali, saranno spinti alla necessaria profondità sino a terreno stabile, in modo da rimuovere, a giudizio della D.L., ogni pericolo di cedimento o di scalzamento per forza delle acque. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, sarà disposto a gradini con leggera pendenza verso monte.

Per gli scavi di fondazione il volume sarà determinato da un solido con pareti verticali avente per base la proiezione orizzontale delle murature di fondazione e per altezza la media differenza di livello tra il piano di fondazione e il piano in corrispondenza al quale lo scavo incomincia ad avere i caratteri di cui sopra.

Nel prezzo esposto per gli scavi di fondazione è compreso l'onere per il maggior scavo per scarpate e per sbadacchiature come pure il compenso per armature, puntellature, sbadacchiature, esaurimenti d'acqua e per pulire e sistemare il terreno attorno ai manufatti ed opere d'arte per i quali si è reso necessario il detto scavo di fondazione.

4. MATERIALI DI RISULTA PROVENIENTI DAGLI SCAVI E DEMOLIZIONI

Il materiale di risulta dagli scavi, qualora giudicato dalla D.L. non idoneo, al suo riutilizzo in cantiere oppure ritenuto idoneo ma in esubero nonché il materiale risultante dalle demolizioni in genere dovrà essere allontanato dal cantiere a spese e cure dell'Appaltatore che dovrà provvedere anche all'eventuale trasporto e smaltimento a discarica o altro luogo autorizzato, svincolando così l'Amministrazione appaltante da ogni scelta di utilizzo del materiale di risulta effettuata in fase di indicazione di gara, dall'Impresa appaltatrice e che per caratteristiche proprie risulti diverso dall'atteso, rispetto a quanto indicato nella relazione geologica e geotecnica.

Di quanto sopra l'Impresa ne deve tener conto nella formulazione dei prezzi unitari relativi agli scavi e alle demolizioni anche se nelle relative voci di prezzo non sono espressamente richiamati tali oneri.

Il programma di smaltimento del materiale proveniente dagli scavi e dalle demolizioni dovrà essere formalmente prodotto dall'Impresa all'Amministrazione committente prima della consegna dei lavori accompagnato da tutta la documentazione e le autorizzazioni attestanti l'idoneità del sito al deposito definitivo del materiale da smaltire; l'Impresa dovrà garantire che per tutta la durata dei lavori lo smaltimento del materiale in oggetto avverrà regolarmente, senza ostacolare il regolare svolgimento degli scavi.

Inoltre l'Impresa dovrà presentare alla stazione Appaltante idonea documentazione comprovante l'avvenuto smaltimento in discarica pubblica autorizzata del materiale proveniente dagli scavi e dalle demolizioni in genere classificati come rifiuti speciali secondo la vigente normativa in materia.

ART. 10 - FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI

Non si cominceranno i rialzi senza prima preparare convenientemente il suolo, allontanandolo, senza speciale compenso, piante, ceppaie, humus, cotenne erbose, cespi, etc.

Qualora il terreno fosse troppo inerbato, invece di guastarne la crosta, si dovrà scavarne intatte le piote, per metterle in disparte ed impiegarle poi a guarnire i lembi di strada e/o a rivestire le scarpate come sarà ordinato nell'atto di esecuzione e ciò senza alcun compenso speciale.

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno dati dalla D.L. in relazione alle pendenze dei siti di impianto.

I piani suddetti saranno di norma stabiliti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Detta lavorazione sarà compensata con il prezzo della preparazione del piano di posa dei rilevati, per l'asportazione dei primi 20 cm, e con il prezzo dello scavo di sbancamento per l'eventuale approfondimento oltre i primi 20 cm.

Quando alla suddetta quota si rinverranno terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da aggiungere una densità secca pari ad almeno il 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7 la D.L. potrà ordinare a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiali per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A1 e A3.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione del piano di posa dei rilevati su terreni naturali. In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa. Si farà luogo quindi al riempimento dei gradoni con il materiale proveniente dallo scavo di questi, se ritenuto idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

La D.L. si riserva di controllare il comportamento globale del piano di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione M_e , determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di M_e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (fra 0.05 e 0.15 N/mm²), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- a. - quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 90% della densità massima AASHO modificata, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- b. - quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8, la D.L. potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio della D.L. e si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 90% di quella massima AASHO modificata per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla D.L. mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_e il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo, di carico e nell'intervallo di carico compreso fra i valori indicati dalla C.N.R. n. 146 anno 28° parte IV (0,15 e 0,25 N/mm²), non dovrà essere inferiore ai valori indicati in tabella A.

ART. 11 - INERBIMENTO DI PENDII, VERSANTI E SCARPATE

Contemporaneamente alla costruzione di rilevati e/o ritombamenti e/o rimpeimenti e/o riprofilature l'Impresa provvederà a rivestire con

terreno vegetale dello spessore minimo di cm 20 (un maggior spessore potrà venire prescritto dalla D.L. senza però che l'Impresa abbia diritto a particolare compenso oltre a quello previsto per la formazione del corpo stradale).

Spetterà all'Impresa riparare con terreno vegetale le eventuali erosioni provocate prima del rivestimento a verde curando l'esatta profilatura dei cigli e mantenendo alla scarpata l'inclinazione prescritta.

In rapporto al pH dei terreni, la D.L. prescriverà la concimazione di fondo, mentre l'Impresa è tenuta, in base alle caratteristiche del terreno, a sottoporre alla D.L. per la sua approvazione il tipo di miscuglio che verrà adottato.

Prima della semina si procederà ad una leggera ripicatura in senso ortogonale alla linea di pendenza e ciò anche per un migliore interrimento del seme.

$M_e = f_o \times \Delta p / \Delta s \times D$ (N/mm²) dove:

f_o = fattore di forma della ripartizione del costipamento per le piastre circolari = I/p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm²

Δp = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico N/mm²

D = diametro della piastra

Δs = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p

Per le scarpate in trincea, in corrispondenza alle linee di incontro tra le superfici delle scarpate ottenute e le contigue superfici il terreno sarà accuratamente raccordato.

Tale raccordo verrà eseguito anche lungo le linee di incontro tra due diverse superfici ottenute entrambi artificialmente. La D.L. fisserà all'Impresa le prescrizioni per il rivestimento delle scarpate in trincea così ottenute e profilate. La quantità di miscuglio da impiegarsi per la semina delle scarpate in rilevato sarà di non meno di 120 kg/ha, mentre per le scarpate in trincea la dose sarà di 250 kg/ha.

ART. 12 - FORMAZIONE DI RILEVATI PER TOMI DI TERRE RINFORZATE CON GEOTESSILI, GEOGRIGLIE, GEOMEMBRANE O CON RINFORZI METALLICI IN STRISCE O BARRE (TERRE ARMATE)

[omissis]

ART. 13 - MATERIALE PROVENIENTE DAGLI SCAVI STRADALI E DA DEMOLIZIONI

[omissis]

ART. 14 - INCASSAMENTO PER LA MASSICCIATA

[omissis]

ART. 15 - SCAVO A SEZIONE RISTRETTA E RIPRISTINO SU CORPO STRADALE ESISTENTE

[omissis]

ART. 16 - PALIFICATE DI SOSTEGNO

1. TIPOLOGIE

1.6. PALI DI PICCOLO DIAMETRO (MICROPALI)

1.6.1 NORME

La normativa a cui attenersi strettamente è quella contenuta nel D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e alle raccomandazioni A.I.C.A.P. relative agli ancoraggi nei terreni e nelle rocce del maggio 1993 e s.m..

1.6.2 DEFINIZIONE, CLASSIFICAZIONE E CAMPI DI APPLICAZIONE

Si definiscono micropali i pali trivellati e di fondazione aventi diametro non maggiore a 220 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura in acciaio.

Il fusto potrà essere eseguito mediante il riempimento a gravità per micropali in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 2000 Kg/cm². Per terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a

2.000 Kg/cm² si provvederà al riempimento a bassa pressione. Per terreni fortemente eterogenei, poco addensati e comunque per ottenere capacità portanti elevate, si provvederà all'iniezione ripetuta ad alta pressione.

1.6.3 ARMATURE MICROPALI

Per l'armatura di micropali si adotteranno, se non diversamente specificato, tubi in acciaio Fe 510 (S355J0) senza saldature longitudinali.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati. Le armature dotate di valvole dovranno essere scovolate internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma aderenti al tubo e mantenuti in posizione da anelli in acciaio saldati al tubo in corrispondenza del bordo dei manicotti.

La valvola inferiore sarà posta immediatamente sopra il fondello che occlude la base del tubo.

1.6.4 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO

La formazione del fusto dovrà iniziare immediatamente dopo l'ultimazione della perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione sino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del foro subito prima che abbiano iniziato le operazioni di posa della armature e il getto o l'iniezione di malta cementizia.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

1.6.5 RIEMPIMENTO A GRAVITÀ

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

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

Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre la tubazione di convogliamento allorquando il suolo sarà intasato e stagnato.

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

Nel caso in cui l'armatura sia tubolare, essa potrà essere usata come tubo di convogliamento qualora il diametro interno non superi i 50 mm.

1.6.6 RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come prescritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà boiaccia in pressione (5-6 bar) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dell'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione negli ultimi 5-6 metri di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

1.6.7 INIEZIONE BULBO AD ALTRA PRESSIONE

La lavorazione avverrà mediante due fasi distinte:

- 1) Riempimento a gravità dell'incavo esistente tra l'armatura metallica e il foro di perforazione realizzato con le modalità precedentemente prescritte.
- 2) Iniezione ad alta pressione, di miscela cementizia, effettuata all'interno della cavità dell'armatura previa apposizione, sulla testa del micropalo, di manicotto filettato per il collegamento con l'iniettrice centrifuga ad alta pressione.

L'iniezione verrà realizzata a presa avvenuta, dopo circa dodici ore, dalla malta cementizia di cui alla fase 1)., Per le modalità di iniezione si veda il paragrafo successivo "Iniezione ripetuta ad alta pressione".

1.6.8 INIEZIONE RIPETUTA AD ALTA PRESSIONE Le fasi dell'iniezione saranno le seguenti:

- 1) Riempimento della cavità anulare, compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuto alimentando, con apposito condotto e otturatore semplice, la valvola più bassa finché la malta risalirà fino alla bocca del foro.
- 2) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.
- 3) Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti tre volte il volume del perforo senza superare, durante l'iniezione, la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno (claquage).
- 4) Lavaggio con acqua all'interno del tubo.
- 5) Avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alla valvole per le quali:
 - il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
 - le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino i 7 bar.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

1.6.9 TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 3%;
- 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.

1.6.10 CARATTERISTICHE DELLE MALTE E PASTE CEMENTIZIE DA IMPIEGARE PER LA FORMAZIONE DEI MICROPALI Rapporto acqua/cemento: <0,5;

Resistenza cubica: $R_{ck} >: 300 \text{ kg/cm}^2$ L'inerte dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti vaglio da 0.075 mm, per la parte dei micropali formati mediante iniezione in pressione. Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:
- per le malte, kg 600 di cemento per metro cubo di impasto; - per le paste, kg 900 di cemento per metro cubo di impasto.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

Per quanto non espressamente previsto si rimanda alle Raccomandazioni A.I.C.A.P. sopra menzionate al punto 3.3.

1.6.11 CONTROLLI E MISURE

La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di lavoro, verrà misurata 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 inferiore a 0.10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Il peso delle armature verrà determinato:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407-69;
- nel caso di tubi secondo le misure nominali, con le tabelle redatte dalle acciaierie.

1.6.12 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 della perforazione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione.
- identificazione della litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

2. PROVA DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate a carico dell'Impresa nel numero e con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11 marzo 1988 e s.m. (pubblicato sul S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988).

Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova sarà pari a 2.5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2.5.

Il D.L. dovrà in contraddittorio con l'Impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi.

Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perchè il palo ed il plinto abbiano raggiunta la stagionatura prescritta.

Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zovarrato, oppure un putrelles, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile. Se invece la prova verrà realizzata utilizzando pali di reazione, dovranno essere costruiti fuori opera pali a perdere, e si fa divieto assoluto di utilizzare, per detta prova, i pali costituenti la fondazione dell'opera.

Inoltre i pali di reazione dovranno essere realizzati a distanza tale da non influenzare la fondazione dell'opera.

Il carico di contrasto supererà del 20% il carico di prova, affinché questo possa essere raggiunto, comunque, anche se l'incastellatura risultasse non centrata perfettamente rispetto al palo. Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, ad evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal carico di contrasto e quelle provocate dal palo di prova.

Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire il mantenere invariata la pressione del fluido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere.

Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio Ufficiale, con relative curve di taratura.

I flessimetri saranno sistemati a 120°, a conveniente distanza dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali cedimenti. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri.

La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali.

Nel caso che venga realizzata la prova con cassone di zavorra, l'equilibrio di questo dovrà essere mantenuto stabile anche in prossimità del raggiungimento del carico massimo applicato.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri e il diagramma carichi-cedimenti.

3. NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

La lunghezza dei pali prefabbricati, ai fini della valutazione, comprende anche la parte appuntita; per la misura del diametro si assume quello delle sezioni a metà lunghezza.

Quando stabilita la lunghezza del palo da adottare, questi avesse raggiunto la capacità portante prima che di testa si aggiunga alla quota stabilita, il palo verrà reciso, a cura e a spese dell'impresa, ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originaria.

Nel prezzo sono comprese, oltre la fornitura del palo, anche la fornitura e applicazione della puntazza in ferro e della ghiera in testa, la posa in opera a mezzo di idonei battipali, tutta l'attrezzatura, la mano d'opera occorrente e le prove di carico da eseguire con le modalità e gli oneri anzidetti.

Per pali in c.a. costruiti fuori opera, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e messa in opera, si precisa che il prezzo comprende, oltre la fornitura, l'armatura metallica, la puntazza metallica robustamente ancorata al cls, le cerchiature di ferro, i prismi in legno a difesa della testata e le prove di carico.

La lunghezza di tutti i pali costruiti in opera, compresi pali trivellati, sarà quella determinata dalla quota di posa del plinto alla quota di massima infissione del tuboforma. Resta pertanto confermato che nei relativi prezzi di offerta, si intendono compresi e compensati: l'infissione del tuboforma, la fornitura della calcestruzzo, il suo getto e costipamento con mezzi idonei, la formazione di eventuali bulbi di base ed espansioni laterali, il ritiro graduale del tuboforma, gli esaurimenti d'acqua, l'eventuale foratura a vuoto del terreno, la posa in opera, ove occorra, di un idonea controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua, le prove di carico ordinate dalla D.L.. Resta invece esclusa la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica, che verrà compensata con il relativo prezzo di offerta.

Per i pali eseguiti con l'impiego di fanghi bentonitici, fermo restando che tutti gli oneri precedentemente indicati (escludendo quello del tubo forma che non viene impiegato) sono compresi nei relativi prezzi di offerta, resta stabilito che la loro lunghezza è determinata dalla quota di posa del plinto sino alla massima profondità accertata, in contraddittorio e con la stesura di un verbale di misurazione, al termine della fase di perforazione.

I pali di fondazione, sia infissi che costruiti in opera, potranno dalla D.L. essere ordinati con inclinazione fino a 20° rispetto alla verticale, senza dar luogo a maggiorazione di prezzo alcuna. Per inclinazioni superiori a 20° rispetto al verticale, i pali verranno pagati con i relativi prezzi di offerta.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

ART. 17 - PERFORAZIONI

Le tecniche di perforazione dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e alle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione dovrà essere effettuata mediante l'esecuzione di perforazioni campione realizzate in opera prima dell'esecuzione della rimanente lavorazione che saranno pagate con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso in cui il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature.

Il foro in roccia si rivestirà nei casi in cui l'alterazione e le fessurazioni della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature.

Si provvederà al rivestimento del foro in roccia anche qualora la natura del materiale sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi, lungo il perimetro del foro, suscettibili di danneggiare potenzialmente le guaine di protezione dei tiranti.

La scelta del fluido impiegato per l'estrazione del materiale dal foro di perforazione sarà operata in base alla natura del materiale da perforare.

L'impiego di acqua, o aria, o miscela in proporzioni variabili di acqua e aria, oppure in fango di cemento o bentonite sarà determinato in sede esecutiva, previa realizzazione di fori campione, dalla 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.

Nel caso di terreni con prevalente componente argillosa o di rocce marnose tenere, si provvederà alla fase finale del lavaggio con sola aria.

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

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disagregatore.

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.

La perforazione dovrà 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 all'interno del foro.

Le perforazioni eseguite verticalmente potranno essere eseguite senza l'ausilio del rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o fango di cemento o bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro.

Le perforazioni inclinate necessitano comunque dell'adozione continuata di rivestimento provvisorio.

ART. 18 - TIRANTI DI ANCORAGGIO NEI TERRENI

I tiranti di ancoraggio sono elementi strutturali operanti in trazione e atti a trasmettere forze al terreno.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- testa, costituita da dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- tratto attivo o bulbo di ancoraggio, costituito dalla parte terminale del tirante e atto a garantire il collegamento e la trasmissione delle forze di trazione del tirante al terreno.

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto, i tiranti si distinguono in provvisori, se la durata della funzionalità non supera i trenta mesi, e permanenti se la durata della funzionalità supera tale termine.

Le caratteristiche geometriche e strutturali del tirante saranno stabilite dalle relative voci di Elenco prezzi.

1. PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti dovrà essere messa a punto mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova che saranno totalmente a carico della ditta appaltatrice.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e il grado di omogeneità del sottosuolo.

Tale numero dovrà essere pari ad almeno il 2% del numero totale dei tiranti con minimo di 2 (due).

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni "A.I.C.A.P." su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" maggio 1993.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto.

Nel caso la Direzione Lavori stabilisca in corso d'opera la variazione della metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dare corso alla esecuzione di nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire col minimo di un tirante di prova.

2. SOGGEZIONI GEOTECNICHE, IDROGEOLOGICHE E AMBIENTALI

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione e i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

L'ambiente sarà da considerarsi aggressivo nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione nei casi in cui si verifichi una delle seguenti condizioni, l'accertamento delle quali deve intendersi a carico dell'Impresa:

- il grado idrotimetrico dell'acqua del terreno o di falda risulti minore di 3 gradi F;
- il valore del pH dell'acqua risulti minore a 6;
- il contenuto di CO₂ disciolta nell'acqua risulti maggiore a 30 mg/l;
- il contenuto in NH₄ dell'acqua risulti maggiore a 30 mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti maggiore a 300 mg/l;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti maggiore a 600 mg/l o maggiore a 6000 mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con

potenze maggiori ai 50 KW.

In ambiente aggressivo l'idoneità del tipo di cemento impiegato dovrà essere certificata dall'Impresa e il relativo utilizzo dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

3. ACCIAI E DISPOSITIVI DI BLOCCAGGIO

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M. 1.4.1983 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione all'art. 21 della Legge 5.11.1971, n. 1086.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato B della Circolare del Ministero LL.PP. 30.6.1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

4. MISCELE DI INIEZIONE, COMPOSIZIONE E CONTROLLI

Saranno impiegate miscele a base di cemento aventi la seguente composizione:

- cemento da altoforno o pozzolanico kg 100;
- acqua Kg 40÷45;
- filler calcareo o siliceo Kg 0÷30 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- bentonite Kg 0÷4 secondo la richiesta della Direzione Lavori;
- additivo super fluidificante Kg 5;
- eventuale additivo accelerante.

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 alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979 e s.m..

Il filler dovrà presentare un passante al setaccio n. 37 della serie UNI 2332 (apertura 0.075 mm) inferiore al 3% in peso.

Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni: - fluidità Marsh da 10 sec. a 35 sec.;

- essudazione 2%;
- resistenza a compressione a 28 giorni > 250 kg/cm²

La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite a cura dell'Impresa ogni qualvolta richiesto dalla Direzione Lavori.

Se in occasione di tali controlli anche solo una delle due prove non fornisca risultati conformi a quanto richiesto, le iniezioni saranno sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con idonee caratteristiche.

Dovrà essere fatto il controllo della resistenza a compressione della miscela mediante l'esecuzione di un prelievo ogni tirante.

La miscela dovrà essere confezionata mediante mescolatori ad alta velocità di rotazione (>20 giri al secondo) o a ciclone.

La fornitura delle apparecchiature per le prove sulle miscele, l'esecuzione delle stesse, l'onere per la sostituzione di miscele eventualmente risultanti non conformi ai controlli saranno a totale carico dell'Impresa appaltatrice.

5. ELEMENTI DI PROTEZIONE

In relazione all'aggressività dell'ambiente si distinguono le seguenti due classi di protezione:

- CLASSE 1: per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo. La protezione consisterà in una guaina in polietilene o in polipropilene che avvolgerà i trefoli nel tratto libero;
- CLASSE 2: per tiranti permanenti in ambiente aggressivo con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene, flessibile o semirigida, liscia per il tratto libero e grecata per il tratto attivo del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà essere garantito e protetto da eventuali lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm.

Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive maggiore a 5 mm e una differenza tra i diametri interni maggiore e minore superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo dovrà essere ulteriormente protetto da una guaina individuale in PVC, polietilene o polipropilene, nella parte libera e da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata, nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del foro e tra l'armatura e la guaina dovranno essere riempiti o iniettati con miscela cementizia.

6. DISTANZIATORI, TAMPONI E CONDOTTI DI INIEZIONE

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela.

In ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiale non metallico, di resistenza adeguata agli sforzi che dovranno sopportare, ed essere disposti a intervalli non superiori a 2 metri nel tratto libero e di metri 1,50 nel tratto attivo, intervallati da legature in modo da dare al fascio dei trefoli una conformazione a ventri e nodi.

I tamponi di separazione tra la parte libera e la parte attiva dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alla pressione di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) di caratteristiche tali da garantire la protezione dell'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con il coefficiente di sicurezza pari all'1,5 e comunque una pressione di rottura superiore alle 10 bar;
- diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso di presenza nella miscela di aggregati.

7. ASSEMBLAGGIO E POSA DELLE ARMATURE

Nel caso di impiego di armature e trefoli gli elementi costitutivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo eventualmente il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere ove per particolari motivi fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costitutivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta a cura e spese dell'Impresa ed in prossimità del luogo di impiego, un'adeguata attrezzatura per la corretta confezione degli ancoraggi stessi.

In tal caso i componenti dovranno essere immagazzinati al coperto ed in modo che non subiscano danneggiamenti durante la giacenza.

Dovrà inoltre essere accuratamente evitato il contatto con il terreno e altri materiali che possano danneggiare l'ancoraggio.

La confezione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale esperto e consisterà nelle seguenti fasi di lavorazione:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori interni a trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infillaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio o sulla parte libera dello stesso;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;
- montaggio degli eventuali distanziatori necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;

- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- accurata sigillatura di tutte le giunzioni per evitare le perdite di impermeabilità della guaina.

La posa in opera delle armature dovrà avvenire secondo modalità approvate dalla Direzione Lavori che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia della connessione al terreno.

8. CONNESSIONE AL TERRENO

8.1 Iniezione semplice

Si eseguirà riempiendo con la miscela cementizia sia l'intercapedine tra la guaina e il foro per tutto lo spazio tra l'eventuale guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante.

Tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e l'iniezione dovrà essere proseguita fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato.

L'iniezione semplice si adatterà in terreni di granulometria grossolana (ghiaia, ciottoli) nei quali una porzione rilevante della miscela iniettata va a compenetrare il terreno intorno al foro; in rocce lapidee ed in terreni coesivi mediamente compatti congiuntamente alla tecnica di perforazione con allargatori.

Il riempimento dell'intercapedine tra perforazione e guaina della parte libera del tirante sarà assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro tramite gli appositi condotti e osservando che essa risalga fino a bocca foro e vi permanga fino a presa avvenuta.

Ove occorra, si provvederà a riprendere l'iniezione o a ulteriori rabbocchi onde garantire il livello della miscela al boccaforo.

8.2 Iniezione ripetuta in pressione

Si adatterà in terreno di qualunque natura caratterizzati da un modulo di deformazione a beve termine sensibilmente inferiore a 5000 kg/cm^2

L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive fino a ottenere pressioni di iniezioni residue di $8\div 15 \text{ kg/cm}^2$, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante ed instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio e per attrito.

L'iniezione in pressione avverrà tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manicotto, regolarmente intervallate a 75 cm di interasse lungo il tratto di fondazione del tirante. Il tubo potrà essere:

- disposto coassialmente all'armatura e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio, esterno all'armatura, e di diametro adeguato nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione;
- in acciaio, esterno all'armatura, posto in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- ancora coassiale all'armatura ma interno alla guaina grecata di protezione, dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno e altre valvole interne alla guaina per il riempimento dell'intercapedine guaina-armatura.

Le fasi dell'iniezione della parte attiva del tirante saranno le seguenti:

1. riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, ottenuta alimentando la miscela dalla valvola più profonda in modo da ottenere la risalita fino alla bocca del tubo di sfiato. Al termine si effettuerà il lavaggio con acqua dell'interno del tubo e delle valvole.
2. Avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno, valvola per valvola, volumi di miscela non eccedenti 45 l. per fori da mm 90 a 120; 65 l. per fori da mm 121 a 170 e 90 l. per fori da mm 171 a 220. Tali iniezioni dovranno essere effettuate senza superare la pressione di fratturazione idraulica del terreno (Clauquage); al termine si effettuerà un lavaggio con acqua dell'interno dei tubi.
3. Avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione osservando gli stessi limiti di volume e di pressione stabiliti al punto 2), per le sole valvole in cui con le operazioni descritte alla fase 2) non si abbiano raggiunti tali limiti.

L'iniezione verrà protratta per più cicli sino al raggiungimento per ciascuna valvola dei limiti in volume o in pressione stabiliti al punto 2).

Al termine delle operazioni connesse al terreno del tirante, si procederà alla posa in opera del dispositivo di bloccaggio il quale dovrà essere in perfette condizioni, privo di ruggine e di incrostazioni di qualsiasi natura.

9. TESATURA E COLLAUDO

Trascorsi 28 giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo.

L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla Direzione Lavori.

Qualora espressamente richiesto in sede progettuale o in sede esecutiva dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà garantire l'idoneità del tirante all'inizio delle operazioni di tesatura in termini temporali inferiori ai 28 giorni.

A tale scopo sarà a completo carico dell'Impresa l'eventuale impiego di additivi speciali, acceleranti, atti a garantire la presa della miscela di iniezione del tratto attivo nel termine prescritto.

Circa le modalità di esecuzione di tali operazioni si dovrà far riferimento a quanto previsto nelle citate "Raccomandazioni: Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" di data maggio 1993 elaborato dall'A.I.C.A.P. in particolare ai paragrafi 6 e 7.

La prova consiste in un ciclo semplice di carico e scarico del tirante realizzato secondo le modalità sotto riportate.

La forza di collaudo N_c è pari a $1.2 N_q$ essendo N_q la forza teorica di utilizzazione.

Il tirante viene tesato, a partire da una forza di allineamento N_o (pari a $0.1 N_q$) fino al valore della forza di collaudo N_c con incrementi di carico pari a $0.1 N_q$ con sosta a ciascun incremento di 1 minuto misurando il corrispondente allungamento. La forza N_c o l'allungamento vengono mantenuti costanti per un periodo di tempo Δt pari a: $\Delta t = 5$ minuti per tiranti in acciaio in terreni non coesivi

$\Delta t = 15$ minuti per tiranti in terreni coesivi

Al termine di tale periodo, dopo aver rilevato l'incremento di allungamento (fig. a) o la riduzione della forza $\Delta N'$ (fig. b), il tirante viene scaricato al valore della forza di allineamento N_o , in tre stadi con sosta di 1 minuto per ogni gradino, rilevando il relativo allungamento permanente $\Delta l_p = \delta k$ nelle figure 9 e 10 per paragrafo 7.2 dell'elaborato dall'A.I.C.A.P. di data maggio 1993

Quindi il tirante viene tesato al valore della forza di tesatura N_i prevista dal progetto e bloccato a tale valore.

Per l'accettazione del singolo tirante (nel caso delle tre prove) devono essere verificate le seguenti condizioni:

1) se la prova è condotta a carico costante la variazione di allungamento registrata all'apice del ciclo deve essere dello stesso ordine di grandezza di quella rilevata nella prova del terzo tirante con uno scostamento massimo del $\pm 5\%$; se la prova condotta ad allungamento costante la variazione della forza all'apice del ciclo deve essere inferiore al 5% della forza applicata ($\Delta N' < 5\% N_c$);

2) la lunghezza libera effettiva deve verificare le seguenti condizioni:

$$0,9 l_i \leq l_L \leq l_i + 0,5 l_f$$

in cui l_L è data in prima approssimazione dalle espressioni:

$$l_L = \frac{\Delta l A_s E_s}{N_c - N_o} \quad (\text{prova a carico costante})$$

$$l_L = \frac{\Delta h A_s E_s}{(N_c - \Delta N') - N_o} \quad (\text{prova ad allungamento costante})$$

3) l'allungamento permanente Δl_p deve essere minore di 1,3 volte quello riscontrato nelle prove preliminari sul terzo tirante (§ 6.8).

I tiranti che non soddisfano i predetti requisiti di collaudo vanno sostituiti con nuovi tiranti od opportunamente declassati.

Nel caso in cui si sia effettuata la sola prova di sfilamento (prova del 1° tirante solamente) le condizioni di accettazione che debbono essere verificate sono:

1) se la prova è condotta a carico costante, la variazione di allungamento registrata all'apice del ciclo deve essere inferiore al 5% dell'allungamento teorico relativo alla forza corrispondente; se la prova è condotta ad allungamento costante la variazione della forza all'apice del ciclo deve essere inferiore al 5% della forza applicata ($\Delta N' < 5\% N_o$).

2) la lunghezza libera effettiva deve verificare le seguenti condizioni:
in cui è data in prima approssimazione dalle espressioni

$$0,9 l_i \leq l_L \leq l_i + 0,5 l_f$$

in cui l_L è data in prima approssimazione dalle espressioni:

$$l_L = \frac{\Delta l A_s E_s}{N_c - N_o} \quad (\text{prova a carico costante})$$

$$l_L = \frac{\Delta h A_s E_s}{(N_c - \Delta N') - N_o} \quad (\text{prova ad allungamento costante})$$

(prova a carico costante)

(prova ad allungamento costante)

3) l'allungamento permanente Δl_p deve essere contenuto entro valori fissati dal progettista.

I tiranti che non soddisfano i predetti requisiti di collaudo vanno sostituiti con nuovi tiranti od opportunamente declassati.

In tali casi, restando inteso che comunque verrà pagato il solo tirante avente le caratteristiche di progetto, i maggiori oneri derivanti dalla ripetizione della lavorazione saranno a totale carico dell'Impresa appaltatrice.

Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

L'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a documentare e catalogare tutte le operazioni di misura, tesatura, collaudo, prove e misurazioni di cui al presente articolo a proprie spese e cura impiegando apparecchiature di precisione per la rilevazione di allungamenti con la precisione di 0,1 mm e per la rilevazione di forze con la precisione di 10 Kg.

Tutte le apparecchiature impiegate dovranno essere tarate presso un laboratorio ufficiale e sarà facoltà della Direzione Lavori richiedere, a cura e spese dell'impresa, la ripetizione della taratura nel caso di impieghi prolungati o ripetuti per più di cinquanta tiranti.

10. PROTEZIONI ANTICORROSIVE IN OPERA

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

L'iniezione del tratto libero del tirante, 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 modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con resistenze minime.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 2, con getto della miscela indicata previa aggiunta di additivo antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 3 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 del tirante da urti e abrasioni.

Per un periodo non inferiore a 30 giorni decorrenti dalla data dell'ultimazione delle iniezioni le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e di ritesatura da eseguire nelle quantità che saranno prescritte dalla Direzione Lavori e comunque non inferiori al 10% dei tiranti.

11. DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

Per ogni tirante sia preliminare di prova che di progetto dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di miscela iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurati come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.
- identificazione delle litologia e dello spessore di ogni strato di terreno perforato.

Intervento per la demolizione di un ammasso roccioso a monte dell'abitato di Mori in località Montalbano

ART. 19 - CONGLOMERATI CEMENTIZI, ARMATI E SEMPLICI

19.1 Cementi

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lett C della legge 595 del 26 maggio 1965 o, al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

Qualora i lavori vengano eseguiti nella stagione rigida, l'Impresa dovrà prendere, a sue spese, tutti i provvedimenti perché il calcestruzzo non abbia a soffrire per effetto del gelo, salvo diverse disposizioni che la D.L. potrà dare di volta in volta circa la sospensione dei getti e/o particolari disposizioni e accorgimenti cautelativi da adottare: per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

I prezzi unitari relativi ai calcestruzzi comprendono anche il compenso per casseforme, armature, puntellature per la bagnatura degli stessi e per tutti i provvedimenti di cui al presente articolo, a meno che non sia altrimenti espressamente disposto nella dicitura dei relativi prezzi unitari.

19.2 Controlli sul cemento

Controllo della documentazione

In cantiere o presso l'impianto di confezionamento del calcestruzzo è ammessa esclusivamente la fornitura di cementi di cui al punto 2.1.

Tutte le forniture di cemento devono essere accompagnate dall'attestato di conformità CE.

Le forniture effettuate da un intermediario, ad esempio un importatore, dovranno essere accompagnate dall'Attestato di Conformità CE rilasciato dal produttore di cemento e completato con i riferimenti ai DDT dei lotti consegnati dallo stesso intermediario.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare periodicamente quanto sopra indicato, in particolare la corrispondenza del cemento consegnato, come rilevabile dalla documentazione anzidetta, con quello previsto nel Capitolato Speciale di Appalto e nella documentazione o elaborati tecnici specifici.

Nel caso di getti in calcestruzzo per sbarramenti di ritenuta, le disposizioni del presente articolo si applicano assumendo, in luogo dell'Attestato di Conformità CE, una attestazione di conformità all'art. 1 lett. c della legge 595 del 26 maggio 1965 rilasciata dal produttore di cemento.

Controllo di accettazione.

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere controlli di accettazione sul cemento in arrivo in cantiere nel caso che il calcestruzzo sia prodotto da impianto di confezionamento installato nel cantiere stesso.

Il prelievo del cemento dovrà avvenire al momento della consegna in conformità alla norma UNI EN 196-7.

L'impresa dovrà assicurarsi, prima del campionamento, che il sacco da cui si effettua il prelievo sia in perfetto stato di conservazione o, alternativamente, che l'autobotte sia ancora munita di sigilli; è obbligatorio che il campionamento sia effettuato in contraddittorio con un rappresentante del produttore di cemento.

Il controllo di accettazione di norma potrà avvenire indicativamente ogni 5.000 ton di cemento consegnato.

Il campione di cemento prelevato sarà suddiviso in almeno tre parti di cui una verrà inviata ad un Laboratorio Ufficiale di cui all'art 59 del DPR n° 380/2001 scelto dalla Direzione Lavori, un'altra è a disposizione dell'impresa e la terza rimarrà custodita, in un contenitore sigillato, per eventuali controprove. Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

Ceneri volanti

Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni

legislative in materia di norma armonizzata. Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI-EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206-1 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

Tipo di cemento	Classi di resistenza	Valori di k
CEM I	32.5 N, R	0.2
CEM I	42.5 N, R 52.5 N, R	0.4
CEM IIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IIIA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM IVA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2
CEM VA	32.5 N, R 42.5 N, R	0.2

Tabella 2.1 valori del coefficiente k per ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 (prospetto 3, UNI 11104)

Fumo di silice

I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro-silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.

Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente (paragrafo 3.3).

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito:

fumo di silice $\leq 7\%$ rispetto alla massa di cemento.

Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:

per un rapporto acqua/cemento prescritto $\leq 0,45$ $k = 2,0$ per un rapporto acqua/cemento prescritto $> 0,45$ $k = 2,0$ eccetto $k = 1,0$ per le classi di esposizione XC e XF

La quantità (cemento + $k \cdot$ quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.

L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della D.L.

Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m³. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nel paragrafo 3.8. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m³. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m³.

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

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

Aggregati di riciclo

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possieda i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui al paragrafo 3.3. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Origine del materiale da riciclo	Rck [MPa]	Percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	< 15	fino al 100%
demolizioni di solo cls e c.a.	≤ 35	≤ 30%
	≤ 25	fino al 60%
riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Tabella 2.2 – percentuali di impiego di aggregati di riciclo (DM 17/01/2018)

Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

Acqua di impasto

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008:2003.

Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificare l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

	Rck min	a/c max	WR/SF	AE	HE*	SRA	IC
X0	15	0,60					
XC1 – XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1-XC3- XD1	35	0,55	X			X	X
XS1-XC4- XA2XD2	40	0,50	X			X	X
XS2-XS3- XA3XD3	45	0,45	X			X	X

Tabella 2.3 – classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

DEFINIZIONI:

WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti

AE: Aeranti

HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali) SRA: additivi riduttori di ritiro IC: inibitori di corrosione.

Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$), rotoli tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$); - prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con:

diametri $\leq 16 \text{ mm}$ per il tipo B450C

- reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$) tipo B450C; tralicci elettrosaldati ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14-06-2005, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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

19.3 Requisiti

Saldabilità e composizione chimica

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

Tipo di Analisi	CARBONIO ^a %	ZOLFO %	FOSFORO %	AZOTO ^b %	RAME %	CARBONIO EQUIVALENTE ^a %
Analisi su colata	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Analisi su prodotto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52
^a = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa. ^b = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.						

Tabella 2.4 – Valori max di composizione chimica secondo DM 17/01/2018

Proprietà meccaniche

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018).

Proprietà	Valore caratteristico
f_y (N/mm ²)	$\geq 450 \alpha$
f_t (N/mm ²)	$\geq \square\square\square\square \alpha$
f_t/f_y	$\geq \square\square\square\square\square\square \leq \square\square\square\square\square\square$
A_{gt} (%)	$\geq \square\square\square\square\square$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq \square\square\square\square\square$
α valore caratteristico con $p = 0,95$ $\square$ valore caratteristico con $p = 0,90$	

Tabella 2.5 – Proprietà meccaniche secondo il DM 17/01/2018

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SISMIC:

Proprietà	Requisito
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
* = in campo elastico ** = in campo plastico	

Tabella 2.6 – Proprietà aggiuntive Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel DM 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

DIAMETRO NOMINALE (d) mm	DIAMETRO MASSIMO DEL MANDRINO
$\varnothing < 12$	4d
$12 \leq \varnothing \leq 16$	5d
$16 < \varnothing \leq 25$	8 d
$25 < \varnothing \leq 50$	10 d

Tabella 2.7 – Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento
Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo. La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione σ_{max} sarà 270 N/mm² (0,6 $f_{y,nom}$). L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm² per le barre diritte o ottenute da rolo e 100 N/mm² per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2×10^6 .

Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc.).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente :

Diametro nominale (mm)	Lunghezza libera	Deformazione (%)
$d \leq 16$	5 d	± 4
$16 < 25$	10 d	$\pm 2,5$
$25 \leq d$	15 d	$\pm 1,5$

Tabella 2.8 – prova carico ciclico in relazione al diametro

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il DM 17/01/2018.

Diametro nominale (mm)	Da 6 a ≤ 8	Da > 8 a ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione	± 6	$\pm 4,5$

Tabella 2.9 – Diametri nominali e tolleranze

Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il DM 17/01/2018. L'indice di aderenza I_r deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del DM 17/01/2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

Diametro nominale (mm)	I_r
$5 \leq \varnothing \leq 6$	≥ 0.048
$6 < \varnothing \leq 8$	≥ 0.055
$8 < \varnothing \leq 12$	≥ 0.060
$\varnothing > 12$	≥ 0.065

Tabella 2.10 – Valori dell'indice I_r in funzione del diametro

Controlli sull'acciaio

Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel DM 17/01/2018 al punto 11.2.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.2.2.10 e 11.2.3.5 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal DM 17/01/2018.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva: certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204; certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001; certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;

Dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1); Polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli “Attestati di Qualificazione” dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua leggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel DM 17/01/2018 al punto 11.2.2.10.3.

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

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

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

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

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Caratteristica	Valore Limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	(450 – 25) N/mm ²
f_y massimo	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
Agt minimo	≥ 5.0%	Per acciai laminati a caldo
Rottura/snervamento	$1.11 < f_t/f_y < 1.37$	Per acciai laminati a caldo
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	Per tutti

Tabella 2.11 – Valori limite per prove acciaio

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

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

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

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

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

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

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

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

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

Lavorazioni in cantiere – Raggi minimi di curvatura

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

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo

8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\varphi \leq 16 \text{ mm}$	4 φ
$\varphi > 16 \text{ mm}$	7 φ

Tabella 2.12 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

Deposito e conservazione in cantiere

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

19.4 Caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco e indurito

Le classi di resistenza

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/09/2005. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (f_{ck}) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (R_{ck}).

Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 3.4 e 3.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di $\frac{1}{4}$ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(aaggr) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio; (am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera; ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{aggr} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio. I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m³ di impasto di cemento; cv => dosaggio per m³ di impasto di cenere volante; fs =>

dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice;

K_{cv} ; K_{fs} => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2);

Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tabella 3.1.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica; la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello

scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice)
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Acqua di bleeding

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

Prescrizioni per la durabilità

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

rapporto (a/c)_{max}; classe di resistenza caratteristica a compressione minima; classe di consistenza;

aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4).; contenuto minimo di cemento; tipo di cemento (se necessario);

classe di contenuto di cloruri calcestruzzo; D_{max} dell'aggregato; copriferro minimo.

Tipi di conglomerato cementizio

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

19.5 Posa in opera del calcestruzzo

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 5.1).

di Classe consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Tabella 5.1 – Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate. Tolleranze esecutive

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:

posizionamento rispetto alle coordinate di progetto: $S = \pm 3.0\text{cm}$

dimensioni in pianta : $S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$

dimensioni in altezza (superiore) $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$ quota altimetrica estradosso $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$

Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.: posizionamento rispetto alle coordinate agli allineamenti di

progetto: $S = \pm 2.0$ cm dimensione in pianta (anche per pila piena): $S = - 0.5$ cm o $+ 2.0$ cm spessore muri, pareti, pile cave o spalle: $S = - 0.5$ cm o $+ 2.0$ cm quota altimetrica sommità: $S = \pm 1.5$ cm verticalità per $H \leq 600$ cm $S = \pm 2.0$ cm verticalità per $H > 600$ cm $S = \pm H/12$ Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
spessore: $S = -0.5$ cm o $+ 1.0$ cm quota altimetrica estradosso: $S = \pm 1.0$ cm Vani, cassette, inserterie: posizionamento e dimensione vani e cassette: $S = \pm 1.5$ cm posizionamenti inserti (piastre boccole): $S = \pm 1.0$ cm
In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie 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 atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare: per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua; per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.; per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo. Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto. Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano 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'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia. Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Pulizia e trattamento

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

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

Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018).

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

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

Getti faccia a vista

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

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla DD.LL., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati. Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

la permanenza entro casseri del conglomerato;

l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing); l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;

la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione; la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità; la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro

materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

19.6 Controlli in corso d'opera

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

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

controllo di tipo A;

controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea);

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.1.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm; barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm; vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad $\frac{1}{4}$ della più piccola dimensione del provino; tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz;

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della casseratura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'Impresa ha l'obbligo di presentarsi in ogni tempo alla prova dei materiali da costruzione impiegati e da impiegare provvedendo a tutte le spese di prelevamento e di rinvio dei campioni agli Istituti di prova che saranno indicati dalla D.L. e pagando le relative spese. Dei campioni può essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firme della D.L. e dell'Impresa nei modi più atti a garantirne l'autenticità presso il Laboratorio di Prove Materiali della Provincia.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra e di ogni altra prova ritenuta opportuna in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'impresa.

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

Identificazione del campione: tipo di calcestruzzo; numero di provini effettuati; codice del prelievo; metodo di compattazione adottato; numero del documento di trasporto;

ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);

Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

Data e ora di confezionamento dei provini;

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

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio

incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

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

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.1.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 23.09.2005.

19.7 Controlli supplementari della resistenza a compressione

Carotaggi

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

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

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

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

non in prossimità degli spigoli;

zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive); evitare le parti sommitali dei getti; evitare i nodi strutturali;

attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

Prove di carico

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

ART. 20 - LE STRUTTURE E INFRASTRUTTURE STRADALI

[OMISSIS]

ART. 21 - LE STRUTTURE DI GRANDI DIMENSIONI (MASSIVE)

[OMISSIS]

ART. 22 - STRUTTURE PREFABBRICATE

L'impresa appaltatrice dei lavori può proporre alla Direzione Lavori tipologie strutturali diverse da quelle previste nel progetto esecutivo, purché di caratteristiche tali (durabilità, estetica, resistenza...) da eguagliare almeno quelle originariamente previste.

L'impresa deve fornire tutta la documentazione necessaria a dimostrare quanto sopra, compresi i calcoli statici a firma di un professionista abilitato.

L'accettazione è a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

ART. 23 - CASSEFORME, ARMATURE, CENTINATURE

Per l'esecuzione di tali opere provvisoriale, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e, secondo le prescrizioni della D.L.. Nella costruzione sia delle armature che delle centinature di qualsiasi tipo, l'Impresa, è tenuta ad adottare gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura l'abbassamento possa venir fatto simultaneamente.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

ART. 24 - MURATURA A SECCO

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritorie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

ART. 25 - MURATURE DI PIETrame E MALTA CEMENTIZIA

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavorate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. La malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m³ di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni: a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);

b) a mosaico greggio;

c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;

d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico greggio, le facce dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello e punta grossa, a superficie piana poligonale: i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressochè regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressochè regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, nè inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costituito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

ART. 26 - MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto della esecuzione, nei seguenti modi: a) a grana grossa;

- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezzo fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, nè dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, per modo che le connessure fra concio e concio non eccedono la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'Amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate nè smussature agli spigoli, nè cavità nelle facce, nè masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date

dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originari letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

ART. 27 - MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETrame ANNEGATO (Calcestruzzo ciclopico)

Quando la Direzione dei Lavori l'avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazione, briglie, ecc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

ART. 28 - INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perchè le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

A) INTONACI ESEGUITI A MANO

Nella esecuzione di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato un volta sola.

B) INTONACI ESEGUITI A SPRUZZO (GUNITE)

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire, mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta da Kg 500 di cemento normale per m³ di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80-90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atm.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi che di volta in volta verranno stabilite, od anche la inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori. In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30 - 40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

C) APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'Impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici verticali dei calcestruzzi.

D) RIVESTIMENTO STRUTTURALE PROTETTIVO DI CALCESTRUZZI ARMATI IN MALTA POLIMERICA

(Rivestimento soletta ponte)

Le solette dei ponti saranno impermeabilizzate con impregnante sintetico biocomponente e successiva finitura silanica con le seguenti caratteristiche :

- a) Malta polimerica a basso modulo elastico:
- resistenza a rottura determinata su un prismatico 40x40x160 mm $\pm$ n analogia a D.M. 03/06/68; valori medi a 10°C; a inferiore 10 N/mm²;
 - modulo elastico determinato secondo tINI 6556 non superiore a 3000 N/mm²;
 - adesione al calcestruzzo misurato allo strappo in conformità alle norme DINISO 424: non inferiore a 2 N/mm²;
 - resistenza a cicli di gelo e disgelo determinata secondo la norma RILEM CDC/2 in presenza di soluzioni saline: dopo 50 cicli, perdita di peso media in superficie non superiore a 0,05 mg/mm²;
 - resistenza all'abrasione determinata con getto di sabbia se cond l'art. 6 del Decreto 2234 del 16.01.1940: non superiore a 2 mg/tm²;
 - assorbimento d'acqua determinato in analogia alla tINI 7699 su provino prismatico 40x40x160 mm: non superiore allo 0,3% in peso;
 - Penetrazione dello ione cloruro misurato in conformità alla norma UNI 7699 su provino di calcestruzzo rivestito con uno spessore di mm 10 di malta polimerica: nulla dopo 200 ore.
- b) Prodotto impregnante sintetico bicomponente a base acrilica per il consolidamento del supporto di calcestruzzo ai rivestimenti di cui dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- peso specifico c.a. 1,1 kg/dmc
 - vita utile 5°C 0,4 ore
 - vita utile 15°C 0,3 ore - viscosità a 22°C 50 cps.
 - temperatura minima di indurimento 0°C
 - resistenza a compressione UNI 4279 $\geq$ 70 Mpa
 - resistenza a trazione UNI 5819-66 $\geq$ 30 Mpa
 - forza di adesione al calcestruzzo ASTM D 1002 $\geq$ 4 Mpa
 - coefficiente di dilatazione termica $\times 10^{-6}$ c.a. 20 cm/cm/°C

I valori della vita utile e il tempo di presa indicati sopra potranno essere variati dalla Direzione Lavori.

c) Prodotto idrofobizzante:

Lo strato corticale di calcestruzzo impregnato con isobutiltrimetossisilano, dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- resistenza a cicli di gelo e disgelo in presenza di soluzioni saline, determinata secondo la norma RILEM/CDC su 3 provini cilindrici estratti dal manufatto di diametro 100 mm, chiusi lateralmente da manicotto impermeabile in modo da testare unicamente la superficie superiore: perdita dopo 50 cicli non superiore a 0.3 mg/mm².
- penetrazione da parte dello ione cloruro misurata in conformità alla norma UNI 7928 su 3 provini estratti dal manufatto e testati sulla superficie trattata. Dopo 200 ore non superiore a 190 mg di Cl- / kg di campione.
- assorbimento d'acqua, determinato in analogia alle norme UNI 7699 su un provino cilindrico estratto dal manufatto trattato, di diametro 100 mm e di altezza 60 mm, impermeabilizzato con resina epossidica sulle facce laterali ed inferiore. Dopo 7 giorni non superiore allo 0.5%.

ART. 29 - COSTRUZIONE DEI VOLTI

I volti dei ponti e dei tomboni saranno costruiti sopra solide armature, formate secondo le migliori regole ed in guisa che il manto o tamburo secondo la curva dell'intradosso assegnata agli archi dai relativi disegni, salvo a tenere conto di quel tanto di più nel sesto delle centine che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento del volto dopo il disarmo.

E' data facoltà all'Imprenditore di adottare, nella forma delle armature suddette, quel sistema che stimerà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza.

Egli ne sottoporrà il progetto al Direttore dei Lavori per l'approvazione, conservando però sempre lo stesso Imprenditore l'intera responsabilità della riuscita con l'obbligo di demolire o rifare a sue spese i volti che in seguito al loro disarmo avessero a deformarsi o perdere della loro robustezza.

Ultimata l'armatura, diligentemente preparato il piano d'imposta dei volti, saranno collocate le pietre od il calcestruzzo a corsi regolari, colle connessioni disposte nella direzione del raggio della curva d'intradosso, avvertendo di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva su due fianchi. Si dovranno sovraccaricare

le centinature alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impegnando a tale scopo lo stesso materiale destinato per la costruzione delle volte.

I coronamenti esterni delle volte presenteranno un addentellamento che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo colla medesima, in quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di lunghezza necessari fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di murature.

Si avrà la maggior cura tanto nella scelta dei materiali quanto nel loro collocamento in opera. Nell'unire poi con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte onde abbia a risultarne un lavoro in ogni parte perfetto.

L'Imprenditore non procederà al disarmo dei volti senza il preventivo assenso del Direttore dei Lavori.

Le centinature saranno abbassate uniformemente in tutta la larghezza ed a poco a poco, evitando soprattutto che per una parte il volto rimanga privo di appoggio mentre per un'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

Nel disarmo dei volti l'Imprenditore dovrà impiegare lavoratori intelligenti e capaci, il cui numero potrà, per le volte di grande apertura, essere stabilito dal Direttore dei Lavori.

Le prescrizioni del presente articolo, in quanto possano trovare applicazione, valgono in quanto applicabili anche per i ponti in cemento armato di qualunque genere essi siano.

ART. 30 - COPERTINE

Le pietre da impiegarsi per le copertine saranno di natura calcarea, porfirica o granitica, dure, resistenti, non friabili ne soggette a scomporsi per l'azione degli agenti atmosferici e lunghe non meno di 80 cm. Le facce viste saranno lavorate alla punta e cesellate nei contorni.

Le copertine verranno messe in opera con malta cementizia a richiesta della Direzione dei Lavori e avranno una smussatura di 7 x 7 cm oppure di 10 x 10 cm a seconda se si tratti di copertine con uno spessore di 20 oppure di 30 cm.

ART. 31 - RIVESTIMENTO A SECCO CON CIOTTOLI

I rivestimenti a secco con ciottoli o pietre di natura calcarea, porfirica o granitica per cunette, cunettoni e platee dei tombini o tomboni saranno stabiliti sopra un terreno naturalmente sodo e resistente, reso tale coll'aggiunta di un sufficiente strato di sabbia.

Le pietre ed i ciottoli, non friabili ne soggetti a scomporsi per l'azione degli agenti atmosferici, si disporranno su letto di sabbia ben serrati fra loro in senso normale alla superficie superiore, procurando di diminuirne il più che sia possibile la larghezza degli interstizi e di alternarne le connessure che saranno riempite di sabbia.

Condotto a termine il rivestimento, se ne batterà replicatamente con pesante mazzaranga la superficie, spargendo su questa un leggero strato di materie sabbiose perché vengano otturate le cavità.

ART. 32 - COMPOSIZIONE DELLE MALTE

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927 - 78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m³ di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg. 350 di cemento per m³ di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m³ di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà finire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

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

ART. 33 - STRUTTURE IN ACCIAIO

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla circolare n. 7091, emessa dal Consiglio Superiore del LL.PP. in data 4 settembre 1970 e s.m. relativa alle norme per la progettazione e l'esecuzione dei ponti stradali in acciaio, dal D.M. 4 maggio 1990 e dal D.M. 09/01/1996 e s.m..

A) COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 09/01/1996.

B) COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

C) MONTAGGIO

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasolicitate.

Le parti a contatto con funi, catene o altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultano centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista del D.M. 09/01/1996 e s.m. sopraccitato, si dovrà provvedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

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

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

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

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

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

D) PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 04/05/1990 e s.m. e 09/01/1996 e s.m..

ART. 34 - MASSICCIATA O STRATO DI BASE: MATERIALI - FORMAZIONE - CILINDRATURA

[OMISSIS]

ART. 35 - PIETRISCHI, PIETRISCHETTI, SABBIA, ADDITIVI

Si fa riferimento alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" contenute nel fascicolo 4 del Consiglio Nazionale delle Ricerche - Commissione di studio dei materiali stradali, anno 1953, qui di seguito riportate nelle parti che più interessano il presente capitolato.

CAPO I

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Requisiti per la caratterizzazione e per l'accettazione

Art. 1

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.) Definizioni

Pietrisco: è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 UNI 2334 e trattenuto da quello 25 UNI 2334.

Pietrischetto: è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 UNI 2334 e trattenuto da quello 10 UNI 2334.

Graniglia: è il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 UNI 2334 e trattenuto dal setaccio 2 UNI 2332.

Sabbia: è il materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, definito come dimensioni dal successivo art. 2.

Additivo: è il materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 UNI 2332, che si aggiunge ai leganti bituminosi e alle miscele di questi leganti con aggregati litici (conglomerati bituminosi) allo scopo di conferire particolari caratteristiche ai prodotti che ne derivano.

Nei conglomerati il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia costituiscono l'aggregato grosso; la sabbia, costituisce l'aggregato fine.

Art. 2

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

Caratteristiche di dimensioni e forma

Le pezzature normali dei materiali definiti all'art. 1 sono le seguenti:

Tabella I - pezzature normali			
		TRATTENUTO DAL	PASSANTE AL
pietrisco	40-71	crivello 40 UNI 2334	crivello 71 UNI 2334
pietrisco	40-60	crivello 40 UNI 2334	crivello 60 UNI 2334
pietrisco	25-40	crivello 25 UNI 2334	crivello 40 UNI 2334
pietrischetto	15-25	crivello 15 UNI 2334	crivello 25 UNI 2334
pietrischetto	10-15	crivello 10 UNI 2334	crivello 15 UNI 2334
graniglia	5-10	setaccio 5 UNI 2334	crivello 10 UNI 2334
graniglia	2- 5	setaccio 2 UNI 2332	crivello 5 UNI 2334
sabbia		setaccio 0,075 UNI 2332	setaccio 2 UNI 2332
additivo			setaccio 0,075 UNI 2332

Pezzatura normale per la manutenzione delle massicciate all'acqua è anche l'assortimento 15-30, vale a dire il frantumato passante per il crivello 30 UNI 2334 e trattenuto dal crivello 15 UNI 2334.

Le sabbie da impiegarsi nei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2229. I committenti hanno facoltà di richiedere assortimenti di dimensioni diverse da quelle sopra precisate.

Le granulometrie degli aggregati da impiegare per conglomerati vengono definite dalle corrispondenti norme per l'esecuzione delle pavimentazioni.

Per ogni pezzatura di pietrischi, pietrischetti e graniglie è ammessa come tolleranza una percentuale in peso non superiore al 10% di elementi di dimensioni maggiori del limite superiore e al 10% di elementi di dimensioni minori del limite inferiore della pezzatura stessa. In ogni caso gli elementi non compresi nei limiti della spezzatura devono rientrare per intero nei limiti della pezzatura immediatamente superiore od inferiore. Per il pietrisco 40-71, per il quale non è stabilita una pezzatura superiore, gli elementi devono interamente passare al crivello di mm 100; per la graniglia 2-5 gli elementi devono passare al crivello 7,1 UNI 2334 ed essere trattenuti al setaccio 0.40 UNI 2332. Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto rispettivamente sul crivello 7,1 UNI 2334 o sul setaccio 2 UNI 2332, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si deve avere più del 5% di elementi passanti al setaccio 0,075 UNI 2332.

Ata Engineering srl – Circonvallazione Arco Nord
Norme Tecniche - Opere stradali

Pag. 59

Negli additivi è ammessa la percentuale massima del 15% di materiale trattenuto dal setaccio 0,075 UNI 2332. Tutto il materiale deve tuttavia passare al setaccio 0,18 UNI 2332. Almeno il 50% del materiale deve avere dimensioni inferiore a 0.05 mm.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, ottenuti per frantumazione di pietrame, devono avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nelle varie direzioni e quindi forma nè molto allungata nè appiattita; se ottenuti per frantumazione di ciottoli o di ghiaie, devono presentare nei singoli elementi predominanza di superfici derivanti da frantumazione rispetto a quelle arrotondate, ed avere una forma molto allungata o appiattita. Per ciascuna pezzatura di tali materiali l'indice dei vuoti, da determinarsi con le modalità di cui all'art. 13 non deve superare il valore 1.

Art. 3**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)****Requisiti di caratterizzazione e di accettazione dei pietrischi**

I pietrischi, come precisato nell'art. 1, possono provenire da frantumazione di pietrame oppure di ciottoli; la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione.

I pietrischi, qualunque sia la loro destinazione di impiego, devono essere costituiti da materiali sostanzialmente uniformi e compatti e non devono contenere parti comunque alterate. Le dimensioni e la forma devono corrispondere ai requisiti dell'articolo 2.

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione si distinguono le categorie di pietrischi di cui alla tabella II.

Tabella II - Requisiti di caratterizzazione e di accettazione dei pietrischi (Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

	CATEGORIE DEI PIETRISCHI		
	I	II	III
Requisiti di caratterizzazione e di accettazione:			
coefficiente di qualità (Deval): minimo	12	10	10
coefficiente I.S.S. ⁽¹⁾ : minimo	4	4	4
Requisiti di sola caratterizzazione			
resistenza alla compressione in kg/cm ² : minima	1.200	---	1.200
resistenza alla usura: minima	---	---	0,6

Art. 4**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.) Requisiti di caratterizzazione e accettazione dei pietrischetti e delle graniglie**

I pietrischetti e le graniglie, come precisato nell'art. 1, possono provenire da frantumazioni di pietrame di ciottoli o di ghiaie; la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione. Essi, qualunque sia la loro destinazione d'impiego, devono essere costituiti da materiali sostanzialmente uniformi e compatti e non devono contenere parti comunque alterate. Le dimensioni e la forma devono corrispondere ai requisiti dell'art. 2.

Agli effetti dei requisiti di accettazione e di caratterizzazione, si distinguono le categorie di pietrischetti e graniglie di cui alla tabella III:

Tabella III - Requisiti di caratterizzazione e accettazione dei pietrischetti e delle graniglie

	CATEGORIE DEI PIETRISCHETTI E DELLE GRANIGLIE
--	---

(1)

La sigla I.S.S. indica l'Istituto Sperimentale Stradale del Touring Club Italiano e dell'Automobile club d'Italia

Per la caratterizzazione dei pietrischi è inoltre opportuna la determinazione delle porosità della roccia per poter escludere quei materiali che presentino porosità superiore al 3%. Per particolari impieghi il Direttore dei lavori potrà ammettere materiali con porosità anche superiore al 3% qualora i risultati delle altre prove diano la sicurezza di sufficienti resistenze meccaniche.

Nelle zone soggette a prolungato gelo si deve altresì accertare in via preliminare la non gelività del materiale secondo le norme dell'art. 23.

Il pietrisco da impiegare per la costruzione delle massicciate all'acqua, deve inoltre avere requisito di accettazione un potere legante non inferiore a 30.

	I	II	III	IV	V	VI
REQUISITI DI CARATTERIZZAZIONE						
coefficiente di frantumazione: massimo	120	130	140	140	140	160
perdita per decantazione: percentuale massima	1	1	1	1	1	1
REQUISITI DI SOLA CARATTERIZZAZIONE						
resistenza alla compressione in kg/cm ² minima	1400	---	1400	1200	---	---
resistenza alla usura: minima	0,8	---	0,8	0,6	---	---

I pietrischetti e le graniglie da impiegare per la formazione di conglomerati devono essere costituiti da materiali aventi il coefficiente di imbibizione inferiore a 0,008. Si possono tuttavia impiegare pietrischetti e graniglie aventi coefficienti di imbibizione superiori, sino a un massimo di 0,015 purchè si tenga conto di tali più elevati coefficienti nella dosatura: del legante, per i conglomerati a base di catrami o di bitumi, e dell'acqua per i conglomerati cementizi.

Art. 5**(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)-Requisiti di accettazione delle sabbie**

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, la provenienza costituisce un primo elemento di caratterizzazione.

Le sabbie in ogni caso devono essere dure, vive, aspre al tatto; avere dimensioni e forma corrispondenti ai requisiti dell'art. 2 e presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

Le sabbie da usare in miscela con leganti idraulici, devono essere esenti da sostanze organiche e da solfati; non possono essere impiegate sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

Si applicano inoltre le norme di cui all'art. 6 del R.D. 16 novembre 1939, n. 2229⁽²⁾.

Art. 6

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)-Requisiti di accettazione degli additivi

Gli additivi provengono in generale da macinazione di rocce. Sono ammessi anche i cementi, purchè di finezza corrispondente a quella indicata all'art. 2.

Gli additivi possono contenere anche leganti bituminosi, purchè prima dell'impiego risultino completamente disgregati e corrispondenti per finezza a quanto indicato all'art. 2.

Art. 7

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)- Caratteristiche del materiale rispetto all'impiego

Per la scelta del materiale nei riguardi dell'impiego si indicano i seguenti criteri di massima:

- per le **massicciate** (macadam) all'acqua si prevede di norma, e particolarmente per traffici piuttosto intensi e comprendenti veicoli pesanti, il pietrisco della cat. I; negli altri casi al fine di utilizzare i materiali locali, potrà essere usato anche il pietrisco della cat. II;
- per le **massicciate** (macadam) da proteggere con semplice trattamento superficiale, si deve inoltre, di norma, evitare nello strato superficiale l'impiego di pietrisco idrofilo;
- per i **trattamenti superficiali** si usano, di norma, e particolarmente per traffici pesanti, come materiale di copertura, pietrischetti e graniglie della categoria I e II; per traffici medi possono essere impiegati anche pietrischetti o graniglie della cat. V; per traffici molto leggeri, nell'intento di utilizzare materiali locali, possono essere impiegati pietrischetti e graniglie della cat. VI. Si deve evitare, di norma, l'impiego di materiali idrofili;
- per i **trattamenti di irruvidimento** si impiegano pietrischetti e graniglie della cat. I che dovranno essere non idrofili;
- per i **conglomerati bituminosi dei manti in superficie**, si impiegano, di norma, e particolarmente per traffici intensi e pesanti, pietrischetti e graniglie della cat. I, II e III; per gli altri traffici si possono anche impiegare pietrischetti e graniglie della cat. IV. Le sabbie da impiegare per i conglomerati chiusi devono essere di norma di natura prevalentemente silicea o silicatica;
- per conglomerati bituminosi aperti dei manti in superficie, allo scopo di utilizzare materiali locali, si possono impiegare anche pietrischetti e graniglie delle cat. V e VI, purchè non idrofili;

(²) R.D. 16 novembre 1939, n. 2229 art. 6: "La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive".

- per **conglomerati bituminosi degli strati inferiori nei manti a doppio strato** possono essere usati pietrischetti e graniglie anche delle cat. V e VI;
- per i **conglomerati cementizi** si impiega di norma il pietrisco della cat. III; pietrischetti e graniglie, se non provengono dalla frantumazione della roccia da cui è ricavato il pietrisco, devono rispondere almeno ai requisiti della categoria V. La sabbia, che per granulometria ed altre caratteristiche risponderà alle prescrizioni di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2229, dovrà essere, di norma, di natura prevalentemente silicea o silicata.

CAPO II

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.) Prelevamento di campioni

Omissis

CAPO III - METODI DI PROVA

(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

(Elenco schematico delle prove)

Art. 10	Preparazione dei provini	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 11	Analisi granulometrica	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 12	Peso specifico reale	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 13	Indice dei vuoti di pietrischetti e graniglie	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 14	Coefficiente di imbibizione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 15	Porosità	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 16	Coefficiente di qualità	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 17	Coefficiente I.S.S.	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 18	Potere legante	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 19	Coefficiente di frantumazione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 20	Perdita per decantazione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 21	Idrofilia	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 22	Resistenza alla compressione	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 23	Gelività	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)
Art. 24	Resistenza all'usura	(Fasc. n. 4/1953 del C.N.R.)

ART. 36 - EMULSIONI BITUMINOSE- CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO

[OMISSIS]

ART. 37 - BITUMI - CARATTERISTICHE E NORME DI CONTROLLO

[OMISSIS]

ART. 38 - CONGLOMERATI BITUMINOSI

[OMISSIS]

ART. 39 - MALTE DA SIGILLO PER FESSURAZIONI

Per riparazione di fessurazioni si userà una miscela di sabbia fine, filler ed emulsione bituminosa al 55%. Lo spessore del trattamento sarà di 3-4 mm. Il tratto di strada così sigillato dovrà rimanere chiuso al traffico per almeno 3 ore.

ART. 40 - ESECUZIONE DEI LAVORI

I lavori sono descritti nelle varie voci dell'Elenco; in aggiunta si precisa:

- a) prima di procedere alla stesa della pavimentazione bituminosa si dovrà accertare l'idonea ed omogenea resistenza specifica del sottofondo, adottando se del caso - quei provvedimenti che saranno indicati dalla D.L.;
- b) analoghi accertamenti e provvedimenti saranno da prendere nei confronti di filtrazione d'acqua da monte o dal basso;
- c) la superficie da pavimentare dovrà essere assolutamente pulita, in difetto del chè, si dovrà provvedere con soffiatori, lavaggi, ecc.;
- d) la condizione di cui al punto c) è particolarmente importante quando si esegua una pavimentazione con più strati intervallati nel tempo;
- e) tutti i materiali terrosi provenienti dalla scarifica dovranno essere completamente allontanati dalla sede stradale e non è consentito il loro impiego per riempimenti di avvallamenti;
- f) la sagoma della pavimentazione finita sarà:
 - 1/70 di monta rispetto alla larghezza del piano viabile;
 - 10% sopraelevazione curve con raggio inferiore ai 50 m. o quella che sarà prescritta all'atto esecutivo dalla D.L..
- g) la cilindratura dei ricarichi di pietrisco o di conglomerato bituminoso sarà fatta con rulli idonei in modo da ottenere la massima costipazione, osservando che nel caso sia impiegato solo pietrisco venga interessata una zona di banchina di almeno 20 cm. e che nei successivi passaggi vi sia una sovrapposizione nelle strisce di circa 20 cm.

ART. 41 - MISURE

- a) **Misure** - La determinazione del quantitativo e tipo di pietrisco impiegato per ricariche generali o parziali o di conglomerato bituminoso per il livellamento di avvallamenti, raccordi, sopraelevazioni ecc., sarà fatta dalla D.L. con misura diretta sui mezzi che trasportano tale materiale sul luogo d'impiego. L'emulsione bituminosa verrà pure valutata all'arrivo sui recipienti che la contengono (autocisterne, fusti). Lo spessore delle pavimentazioni verrà misurato a compressione avvenuta di ciascun strato e globalmente alla fine del lavoro.

Peraltro potrà essere annotato il volume dei vari conglomerati arrivati in Cantiere misurandoli sul mezzo di trasporto prima della distesa.

La misurazione della pavimentazione seguirà secondo quanto specificato nei singoli articoli dell'Elenco.

- b) **Registro dei controlli** - Premesso che tutte le misurazioni, accertamenti, prelievi, vanno effettuati in contesto con l'Impresa dalla Direzione Lavori, è in facoltà della stessa di tenere apposito registro dal quale risulti la data d'arrivo ed il quantitativo dei vari materiali (pietrischi, emulsione, conglomerati) arrivati in Cantiere, i prelievi di campioni per le prove, le misurazioni effettuate per stabilire lo spessore dei manti.

ART. 42 - VERIFICHE E PROVE DI LABORATORIO

- a) Il controllo relativo all'osservanza delle norme tecniche di Capitolato che regolano la qualità e le caratteristiche tecniche dei materiali, è di competenza del Laboratorio Prove sui materiali della Provincia di

Trento, situato in Via Sanseverino 145/1 in Trento, oppure, a discrezione del Direttore di questo Laboratorio, presso un altro Laboratorio Ufficiale delle Prove sui Materiali;

b) A riguardo di quanto sopra gli addetti al Laboratorio dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento in contraddittorio con le parti interessate o, in mancanza di queste, alla presenza di due testimoni.

Gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di stesa dovranno facilitare l'opera di prelievo.

c) Ai fini delle prescrizioni, delle valutazioni e delle detrazioni, il saggio prelevato diventa rappresentativo di una quantità fornita e/o posta in opera che viene chiamata "Superficie o fornitura di riferimento".

Essa equivale ad un'area di 10.000.- mq o ad una fornitura di 700 tonn..

In caso di superfici intermedie ai multipli di 10.000 mq. o 700 tonn., l'area della "superficie o fornitura di riferimento" corrisponderà in maniera proporzionale al numero dei saggi prelevati. In caso di superfici inferiori a 10.000 mq. o forniture inferiori a 700 tonn. si dovrà comunque prelevare un campione di conglomerato bituminoso che costituirà il saggio rappresentativo.

d) Se le prove di Laboratorio daranno risultati non conformi alle prescrizioni, le prove potranno essere ripetute, a spese dell'Appaltatore, con il prelievo di altri due campioni, la cui ubicazione sarà scelta dalla D.L. entro l'area rappresentata dal primo saggio.

e) Le detrazioni che si apportioneranno al prezzo unitario, come più avanti specificato, saranno computate sulla "superficie o fornitura di riferimento" in proporzione al numero dei saggi non conformi alle prescrizioni.

f) Le prove di Laboratorio, che di norma dovranno essere eseguite, consisteranno nella determinazione della:

- 1) percentuale di bitume
- 2) analisi granulometrica e se del caso:
- 3) spessori della pavimentazione in opera
- 4) percentuale di vuoti
- 5) stabilità Marshall
- 6) scorrimento Marshall
- 7) prova Los Angeles

g) Qualora si dovessero riscontrare differenze tra quanto prescritto dal Capitolato e quanto riscontrato sui campioni prelevati, si dovranno apportare opportune detrazioni da applicare in percentuale, espressa in punti percentuali con due decimali, del prezzo unitario. Tali detrazioni dovranno essere comprese tra le tolleranze ammesse nelle prescrizioni contenute nelle "tabelle" allegate al Capitolato ed i limiti fissati come più avanti specificato.

h) nel caso si riscontrassero più detrazioni relative al medesimo prezzo unitario, la detrazione totale da applicare corrisponderà alla somma aritmetica dei singoli punti percentuali accertati per ogni detrazione.

ART. 43 - DETRAZIONI

a) PERCENTUALE DI BITUME

[OMISSIS]

b) ANALISI GRANULOMETRICA

Se all'analisi granulometrica di una miscela riscontrata nel campione di conglomerato bituminoso farà riscontro una curva che esce dai limiti del fuso granulometrico previsto, sarà applicata la seguente detrazione:

Si considerano le ordinate corrispondenti ai setacci della serie ASTM n. 200, 80, 40, 20, 10, 4, 3/8", 1/2", 3/4", 1", ove si riscontra che la curva granulometrica è uscita dai limiti, sia superiore che inferiore, del fuso prescritto.

Si determina la differenza tra la percentuale prescritta dal Capitolato e la percentuale riscontrata sul campione, espressa con due decimali.

Si sommano tutte le differenze di percentuale corrispondenti ai vari setacci ove la curva è uscita dal fuso.

Il totale va elevato al quadrato, il risultato va moltiplicato per 0,015 e si ottiene la detrazione in punti percentuali, con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

La suddetta detrazione è ammessa solo se il totale della differenza di percentuale riscontrata sui singoli setacci risulterà inferiore al valore di 40,00 punti percentuali.

La differenza misurata su ogni singolo setaccio non dovrà comunque superare il valore di 20,00 punti percentuali.

Oltre tale limite il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

Esempio di calcolo della detrazione massima per la granulometria: $40,00 \times 40,00 = 1600,00$; $1600,00 \times 0,15 = 24,00\%$ di massima detrazione.

c) PERCENTUALE DEI VUOTI

Se il contenuto percentuale dei vuoti residui, riscontrato nei singoli strati della pavimentazione in opera, a costipamento ultimato, non rientra nelle norme prescritte dal Capitolato, sarà applicata la seguente detrazione:

Si determina la differenza tra la percentuale prescritta dal Capitolato e la percentuale riscontrata sul campione espressa con due decimali.

Questa differenza va elevata al quadrato, il risultato va moltiplicato per tre e si ottiene la detrazione in punti percentuali con due decimali, da applicare al prezzo unitario.

Il costipamento cioè la percentuale residua dei vuoti dello spessore finito dello strato di pavimentazione in opera, va inteso come l'azione meccanica di addensamento che segue immediatamente l'operazione di stesa e che va spinta fino ad ottenere i valori prescritti.

Ai fini delle prescrizioni, gli addensamenti ottenuti con l'azione del traffico non sono presi in considerazione.

La suddetta detrazione è ammessa solo se i valori riscontrati in laboratorio non supereranno i seguenti limiti oltre i quali il lavoro sarà considerato non idoneo e di conseguenza non collaudabile.

- 1) Conglomerato bituminoso tipo "B": limite massimo 13%
- 2) Conglomerato bituminoso tipo "C": limite massimo 11%
- 3) Conglomerato bituminoso tipo "D": limite massimo 11%
- 4) Conglomerato bituminoso tipo "E": limite massimo 12%

Esempio di calcolo della detrazione massima per il tappeto "D": $11\% - 8\% = 3\%$; $3\% \times 3\% = 9\%$; $9\% \times 3 = 27,00\%$ di massima detrazione.

d) STABILITA' MARSHALL

[OMISSIS]

e) SCORRIMENTO MARSHALL

[OMISSIS]

f) SPESSORE DELLA PAVIMENTAZIONE

[OMISSIS]

g) PROVA LOS ANGELES

[OMISSIS]

ART. 44 - TABELLE RELATIVE ALLE CARATTERISTICHE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

[OMISSIS]

ART. 45 - PROTEZIONE DELLE SCARPATE

1. SCARPATE IN ROCCIA

Nei tratti ove le scarpate di scavo si presentano in roccia friabile con piani di deposito e quindi di sfaldamento, fortemente inclinati nello stesso senso del taglio della scarpata e pertanto con costante pericolo di caduta di sassi, la Direzione dei Lavori potrà ordinare che la parete in roccia venga ricoperta da rete metallica, debitamente ancorata.

La rete metallica sarà diligentemente tesa lungo la scarpata in modo che non formi sacche; essa verrà ancorata alla roccia alla sommità mediante ancoraggi ogni 2 ml costituiti da barre in acciaio Feb44K del diametro di 16 mm minomo infissi nella roccia inghisati con boiaccia di cemento tipo 325 in fori eseguiti a rotopercolazione del diametro adeguato al tipo di barra ($\varnothing$ 24 per il diametro 16 mm ecc.); gli ancoraggi saranno muniti di gancio o di apposito golfare passacavo in cui verrà fatta passare una fune in trefoli d'acciaio del diametro di 12 mm a cui verrà fissata la rete stesa sulla scarpata con filo metallico zincato diametro 3 mm ogni 20 cm. La rete verrà fissata anche al piede con la stessa metodologia di cui sopra e, a richiesta della D.L., anche a intervalli non superiori ai 5 ml per grandi altezze di parete ma con funi metalliche trasversali dal diametro di 8 mm. L'Impresa avrà la massima cura di allestire i fori e quindi i punti di ancoraggio della rete, nei tratti di roccia che si presentino particolarmente compatti, evitando nel modo più assoluto di allestirli in corrispondenza delle fessure e dove la roccia si presenti deteriorata o facilmente friabile.

Prima della stesa della rete dovrà essere eseguito, compreso nel prezzo dell'opera, il taglio delle piante e ceppaie interessante dai lavori nonché la pulizia della parete rocciosa e l'allontanamento dei materiali di risulta portandoli a discarica. La rete dovrà essere posizionata il più possibile l'aderenza alla roccia evitando la formazione di sacche nella posa della stessa. La rete metallica dal tipo indicato nell'Elenco, dovrà essere zincata conforme a quanto previsto dalla circolare del Consiglio Superiore del D.M. dei L.L.P.P. n. 2078 di data 27 agosto 1962.

2. SCARPATE IN TERRA

Analogamente a quanto previsto nel paragrafo A) può essere richiesta dalla D.L. la posa di simile rete su scarpate in terra; si seguirà quanto specificato sopra con la sola differenza che gli ancoraggi eseguiti ogni 2 ml della fune

trasversale siano realizzati mediante l'infissione di picchetti in acciaio Feb44k del diametro di mm 16 della lunghezza minima di ml 1,00 in terra e massimo di ml 2,00 con la testa piegata ad "L" per almeno 15 cm in modo da fissare la fune trasversale e la rete stessa.

3. RETI RINFORZATE

A richiesta della D.L. su pareti rocciose particolarmente degradate può essere prevista la posa della rete di cui sopra ma anziché fissata con funi trasversali se ne predisporrà la "rinforzatura" con funi metalliche in trefoli d'acciaio del diametro mm 12 sul perimetro e intrecciata sul muro da formare una maglia regolare e ancorate alla roccia ogni 2 ml in orizzontale e 4 ml in verticale. Gli ancoraggi andranno eseguiti con basse Feb44k del diametro 20 mm della lunghezza ml 1,50 sul perimetro e della lunghezza ml 1,000 all'interno e comunque secondo quanto specificato dalla relativa voce di Elenco.

ART. 46 - CONSOLIDAMENTO DI SCARPATE MEDIANTE L'IMPIEGO DI MALTA SPRUZZATA

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988) e.s.m..

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dal basso verso l'alto della scarpata.

Si dovrà procedere innanzitutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni le cui alzate non saranno perfettamente verticali, ma inclinate, rispetto alla verticale, di un angolo il cui valore verrà stabilito tratto a tratto dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo. I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede delle pareti subverticali, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche. Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine infisse nella roccia e iniettate con boiaccia di cemento e poste ad interesse non superiore a cm 50 o con quanto previsto dalla relativa voce dell'Elenco.

Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio, firmato da tecnico abilitato, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm 3.

Durante la stesa della rete metallica, l'Impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione, a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali, si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni, mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a 10 cm, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisicochimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Impresa avrà l'obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che, non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

Eventuali venute d'acqua andranno captate per mezzo di tubi in p.v.c. idonei a giudizio della D.L. per quantità e diametro e posizionati prima della spruzzatura del calcestruzzo stesso.

ART. 47 - DRENAGGI

I drenaggi, comunque effettuati, dovranno tenere conto di quanto disposto nel D.M. 11 marzo 1988 e s.m..

1. DRENAGGI O VESPAI TRADIZIONALI

I drenaggi o vespai dovranno essere formati con pietrame o ciottolame o misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo del tipo di fondazione; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame ed i ciottoli saranno posti in opera a mano o con adeguati mezzi meccanici usando comunque i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiore dimensione dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino dovrà essere impiegato negli strati superiori.

La Direzione dei Lavori dovrà ordinare l'intasamento con sabbia lavata del drenaggio o del vespaio già costituito. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali eterogenei e terrosi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

2. DRENAGGI CON FILTRO IN "GEOTESSILE"

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo "geotessile" in poliestere o polipropilene. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell'art. "Qualità e provenienza dei materiali" punto y).

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

La parte inferiore dei "geotessili", a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 Kg/m^2 . Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o anche dopo la sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "geotessile" necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "geotessile" alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il "geotessile" fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata a richiesta della D.L..

ART. 48 – GABBIONI METALLICI IN RETE A DOPPIA TORSIONE

I gabbioni risponderanno alle prescrizioni della Circolare n. 2078 del 27 agosto 1962 e s.m. del Consiglio Superiore dei LL.PP.; saranno di forma prismatica o cilindrica, e costituita da maglie esagonali a doppia torsione. Le dimensioni del filo delle maglie e dei tiranti, il peso e le capacità dei gabbioni verranno precisati, volta a volta, dalla Direzione dei Lavori. I fili metallici delle maglie, quelli per le cuciture ed i tiranti avranno zincatura forte, in ragione di 260-300 gr per ogni m^2 di superficie zincata e dovranno corrispondere alle Norme di cui alla Circolare summenzionata. Le prove sui materiali dei gabbioni e sulla zincatura saranno eseguite a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, secondo le norme stabilite dalla Circolare sopra citata.

Il riempimento delle gabbionate verrà effettuato con pietrame e ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete), collocati a mano; le facce in vista saranno lavorate come prescritto per la muratura a secco e con analogo onere di pagamento.

Durante il collocamento verranno posti in opera i tiranti di attraversamento riunenti le opposte pareti e quelli riunenti le testate con le pareti.

ART. 49 - SCOGLIERE DI SOSTEGNO E PER LA DIFESA DALLE EROSIONI DELLE ACQUE

Per difendere dalle erosioni provocate dalle acque i tratti del corpo stradale scorrenti lungo zone golenali dei corsi d'acqua od in fregio a questi, potranno essere costruite scogliere costituite da massi naturali oppure da massi artificiali.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere devono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento o incrinature da gelo. La Direzione dei Lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività ecc..., in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, approvate con R.D. 16 novembre 1939, n° 2232 e s.m..

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso, saranno divisi nelle seguenti categorie:

- a) pietrame in scapoli del peso singolo compreso fra Kg 5 e Kg 50 per l'intasamento delle scogliere;
- b) massi naturali di 1^a categoria del peso singolo compreso fra Kg 51 e Kg 1000;
- c) massi naturali di 2^a categoria del peso singolo compreso fra Kg 1001 e Kg 3000;
- d) massi naturali di 3^a categoria del peso singolo compreso fra Kg 3001 e Kg 7000.

L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie. Le scogliere devono essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri, in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite dal progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

Se la costruzione della scogliera deve essere eseguita con massi artificiali, questi devono essere formati sul posto d'impiego ogni qualvolta ciò sia possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro.

I massi artificiali devono essere di calcestruzzo cementizio, della classe stabilita nell'Elenco Nella formazione dei massi si potrà ammettere che venga impiegato pietrame a ciottoli spaccati, purché in proporzione non maggiore di un quinto del volume del masso stesso, e purché i singoli pezzi risultino ben distribuiti nella massa del calcestruzzo, non si trovino mai a contatto fra loro e siano addentrati, rispetto alle superfici esterne dei massi, di almeno 10 cm.

I ciottoli ed il pietrame devono essere ben puliti dalle sostanze terrose ed eterogenee che eventualmente il ricoprissero ed, ove occorra, lavati a grande acqua; quelli non suscettibili di perfetta pulitura saranno rifiutati. La confezione dei massi deve essere attuata secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo cementizio; i massi confezionati fuori opera non debbono essere portati al posto d'impiego se non dopo adeguata stagionatura e dopo aver acquistato il grado di resistenza necessario per non subire danneggiamenti durante le operazioni di carico, scarico e collocamento in opera.

ART. 50 – MURI CELLULARI A RETICOLO SPAZIALE

1. SISTEMA COSTRUTTIVO

I muri cellulari a reticolo spaziale sono costituiti da una griglia tridimensionale di elementi prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato, che, incastrati o comunque collegati fra di loro, realizzano un'intelaiatura avente larghe superfici aperte, atta però a contenere materiale di riempimento a matrice terrosa di modo che la struttura prefabbricata, a regime, possa restare pressoché totalmente immersa all'interno dell'inverdimento del proprio paramento frontale.

2. CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI

Gli elementi prefabbricati costituenti il muro devono essere modulari e vincolabili, atti a qualsivoglia configurazione planimetrica, comprese le curvilinee.

Devono in particolare possedere le seguenti caratteristiche, opportunamente certificate dall'Appaltatore:

- avere adeguata armatura metallica utilizzando acciaio e rete elettrosaldata del tipo Feb44k, nel rispetto delle norme tecniche costruttive relative alle opere in calcestruzzo armato di cui alla L. 1086/1971 e successivi D.M. esplicativi e di aggiornamento;
- rispondere ai criteri di conformità della norma UNI 9858;
- avere una resistenza caratteristica $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ a 28 gg;
- presentare, al confezionamento, un rapporto acque/cemento pari a 0.35;
- essere prodotti a sforno immediato, con vibrazione a 6000 giri.

Gli elementi costituenti le parti frontali esterne dei manufatti devono essere sagomati a fioriera, avente parte aggettante curvilinea e l'estradosso opportunamente sagomato con incavi e rilievi, in modo da garantire l'assoluta impossibilità di fuoriuscita del materiale di riempimento per dilavamento e garantire nel contempo la minimizzazione della presenza di calcestruzzo prefabbricato in facciata e la massimizzazione dell'accoglienza delle essenze arbustive e/o erbacee.

Se richiesta dalla Direzione Lavori gli elementi prefabbricati potranno presentare colorazioni a seguito di pigmentazioni dell'impasto di calcestruzzo. In tal caso la colorazione dell'impasto di cemento ed aggregati avverrà utilizzando ossidi di ferro, pigmenti insolubili in acqua, resistenti agli alcali ed aventi ottima stabilità alla luce ed alle intemperie, fino ad un limite del 10% calcolato sul cemento.

3. CARATTERISTICHE INTELAIATURA

Le strutture costituenti l'intelaiatura dovranno avere conformazioni e sagome tali da essere applicate sia isolatamente sia in collegamento ed a sostegno di terrapieni, in modo da poter essere applicate senza soluzione di continuità, comunque senza effetti di sgradevole accostamento in caso di applicazioni in prossimità od in continuità tre le diverse applicazioni realizzabili. Al fine di minimizzare l'impatto ambientale il paramento esterno dell'opera finita deve presentare una percentuale di prefabbricato in vista inferiore al 50% della superficie complessiva di facciata.

4. CARATTERISTICHE MATERIALE DI RIEMPIMENTO

I contenitori andranno riempiti con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di pezzatura idonea a far sì che il materiale stesso non abbia la possibilità di fuoriuscire dalla struttura così costituita, contenente tuttavia una percentuale di fino (limo o argilla) sino ad un massimo del 15%, in modo tale da favorire la conglomerazione naturale del materiale e da consentire di creare un'adeguata riserva di umidità anche mediante scambio col terreno retrostante al fine di permettere l'attecchimento di essenze vegetali negli elementi in vista, che presentano all'esterno una vaschetta riempita di terreno agrario e sostanze complementari (concimi, idroretentori) ed impiantata poi con essenze erbacee, arbustive, rampicanti e tappezzanti.

ART. 51 - CORDONATE E TOMBINI

Le cordonate colla sezione di 40 cm di altezza per 20 cm di larghezza saranno di pietre calcaree, granitiche o porfiriche, dure, resistenti, non friabili né soggette a scomporsi per l'azione di agenti atmosferici, lunghe non meno

di 60 cm. Queste ultime saranno lavorate alla punta grossa sulle facce viste e bene connesse con malta cementizia. Dopo messe in opera verranno accuratamente cigliate.

In luogo delle cordonate in pietra, potranno anche essere costruite cordonate in calcestruzzo, gettate in opera o prefabbricate: le relative caratteristiche e dimensioni saranno specificate nella relativa voce di elenco; il calcestruzzo delle cordonate sarà realizzato con sabbia lavata e cemento tipo 325 nelle proporzioni di 500 kg a mc di impasto.

I tubi per tombini saranno di forma circolare e consteranno di calcestruzzo di cemento Portland tipo 325 nelle proporzioni di 500 kg di cemento per ogni mc di sabbia accuratamente lavata.

Gli stessi dovranno essere accuratamente lavorati e, battuti col martello, dare un netto suono metallico.

I tubi dovranno venir messi in opera con cura su strato di sabbia disteso su terreno solido e dovranno venir accuratamente sigillati sui giunti con malta di puro cemento.

Dopo congiunti si avrà cura di costipare bene il terreno attorno agli stessi.

Qualora i tubi siano posizionati sotto il piano stradale o sia richiesto dalla D.L., i tubi andranno rinfiacati con calcestruzzo come previsto dal relativo Elenco.

ART. 52 - CONDOTTE PORTANTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA PER TOMBINI

Per tali manufatti, per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera d'acciaio ondulata e zincata con onda normale alla generatrice, a piastre o ad elementi incastrati, valgono le seguenti prescrizioni.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm. con tolleranza U.N.I., un carico unitario di rottura non minore di 34 kg/mm². e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 gr/mq per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: bolle di fusione, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento bituminoso o asfaltico, contenente fibre di amianto (tipo Trumbull 5X) e dovrà corrispondere ad un peso di Kg 1,0/mq applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere il proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuate presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

La Direzione dei Lavori si riserva di richiedere il certificato dell'analisi di colata della materia prima, oggetto della fornitura.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposita analisi, presso un Laboratorio Ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nella prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante con tolleranza del = 5%.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

1. ELEMENTI INCASTRATI PER TOMBINI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m (2 piedi). Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni ondulate, curvate ai raggi prescritti; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro" il bordo del diritto dell'altro elemento. Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le sezioni impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima m 1,75.

2. ELEMENTI IMBULLONATI PER TOMBINI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 100,00 e la profondità di mm 20,00. Il tipo sarà costituito da due o più piastre ondulate curvate ai raggi prescritti e imbullonate. Le sezioni impiegabili nel tipo ad elementi imbullonati saranno: le circolari con Ø variabile da m 0,60 a m 2,00 e le policentriche ribassate con luce minima di 0,70 e luce massima di m 2,20.

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da formare, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multipla di m 0,891.

3. PIASTRE MULTIPLE PER TOMBINI E SOTTOPASSI

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1, 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da formare, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multipla di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di Ø 3/4 di pollice ed appartiene alla classe 8G (norme U.N.I. 3740).

Le teste dei bulloni e di dadi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con Ø compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5½ in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50; ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Pertanto in base e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27 Kgm.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano.

Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti potranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

ART. 53 - BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO E PARAPETTI METALLICI

Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade secondo le disposizioni che impartirà la D.L. ed a norma della circolare del Ministero LL.PP. n.2337 dell'11 luglio 1987 (pubblicata sulla G.U. n. 182 del 6 agosto 1987) e del D.M. 03.06.1998)

Le barriere e i parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformità pressoché costante in qualsiasi punto.

1. CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE IN ACCIAIO

La barriera sarà costituita da un serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 75 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia un distacco non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici, eventi: spessore minimo di mm 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a cm^3 25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm. 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm. 5.00, lunghezza non inferiore a m. 1.65 per le barriere centrali e m. 1.95 per quelle laterali.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m. 0.95 per le barriere centrali e m. 1.70 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m. 3.60.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interesse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, su richiesta dell'Impresa e con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente $R_{ck} =$

25N/mm^2 e delle dimensioni e armature metalliche fissate dalla Direzione Lavori.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce. I distanziatori avranno: altezza di cm. 30; profondità non inferiore a cm. 15; spessore minimo di mm 2,5, salvo l'adozione in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da: bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm.45x100 e di spessore mm. 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 430, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m^2 per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire l'installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza nelle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

Le sopracitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali e ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressochè normali all'asse stradale.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di offerta.

2. CARATTERISTICHE DEI PARAPETTI METALLICI

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere aventi descritte, e cioè da una serie di sostegni in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc..) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. 04.05.1990 e s.m..

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 09.01.1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore, reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

L'interesse dei sostegni è indicato nella corrispondente voce di Elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque di fornire, per ogni singolo manufatto, un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto cui l'Impresa dovrà attenersi.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per l'occorrenza profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni della D.L..

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate dalla D.L. così pure il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita anche se l'interesse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm³ 24 sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche, dei parapetti, dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni)) dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rinfrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressochè normali all'asse stradale.

3. PROVE STATICHE SULLE BARRIERE IN ACCIAIO

Tutti i campioni, da sottoporre alle prove di seguito descritte, dovranno essere approntati secondo le modalità contenute nella circolare n. 54 del 12 gennaio 1967 della Direzione Generale dell'A.N.A.S. - Centro Sperimentale Stradale.

Dalle prove suddette dovrà risultare quanto segue:

- a) La fascia dovrà resistere in ogni sezione, sia nel tratto continuo che in corrispondenza di una giunzione fra due successivi pezzi di fascia, ad uno sforzo di trazione di 40 tonnellate.

La fascia semplicemente appoggiata, con interasse degli appoggi uguale a m 3,66 con la faccia esposta al traffico rivolta in alto e caricata al centro a mezzo di massello di legno duro piano, avente l'altezza della fascia e la larghezza di cm 10, deve presentare le seguenti frecce sotto i carichi appresso indicati: - freccia massima totale di cm 5 sotto carico di Kg 900; - freccia massima totale di cm 9 per un carico di Kg 1.300.

I predetti valori dovranno essere riscontrati sia per un pezzo intero della fascia sia per due pezzi di fascia aventi un giunto al centro.

La fascia dovrà essere verificata anche con la faccia esposta al traffico rivolta in basso con le modalità di cui sopra e dovrà presentare le frecce massime precedentemente indicate, ma con carichi ridotti del 50%.

- b) Il sostegno incastrato al piede ed assoggettato ad una forza orizzontale applicata all'altezza dell'asse della fascia, dovrà presentare le seguenti frecce:

- freccia massima totale di cm 9 con una forza di Kg 3.500 orizzontale normale all'asse della carreggiata;
- freccia massima totale di cm 9 con una forza di Kg 2.500 orizzontale parallela all'asse della carreggiata.

- c) Il collegamento fra la fascia ed il sostegno dovrà resistere senza rompersi ad una forza di Kg 2.500 applicata in qualunque direzione.

Per il distanziatore è ammessa una deformazione massima totale di cm 4 sotto un carico di Kg 3.500 applicato alla direzione normale alla fascia.

Deformazione a carico sono rispettivamente misurati ed applicati in corrispondenza dell'asse della fascia.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di richiedere qualunque altro elemento o prova che ritenesse necessario per meglio individuare il funzionamento della barriera, nonché la facoltà di sottoporre i materiali a qualsiasi altra prova presso Laboratori Ufficiali.

Nel caso che i materiali non dessero, alle prove, i requisiti richiesti, l'Impresa sarà tenuta ad allontanare i materiali approvvigionati ed eventualmente posti in opera sostituendoli con altri aventi i requisiti fissati dalle presenti Norme Tecniche.

Nulla spetterà all'Impresa per gli oneri sostenuti al riguardo.

ART. 54 - SEGNALETICA ORIZZONTALE

[OMISSIS]

ART. 55 - SEGNALETICA VERTICALE

[OMISSIS]

ART. 56- TUBAZIONI IN CALCESTRUZZO

I tubi in calcestruzzo ammessi dal presente capitolato speciale sono costruiti secondo la norma DIN 4032 che si intende qui integralmente recepita, e corrispondono ai tipi rinforzati previsti da tale norma.

In particolare i tubi potranno essere forniti - se non altrimenti specificato nell'apposita voce dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto" - con o senza piede di appoggio, e con manicotto (bicchiere) o con risega di giunzione. La forma del tubo è specificata nell'articolo corrispondente dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto" allegato. Sui giunti andrà interposta una guarnizione di tenuta in grado di garantire l'assoluta impermeabilità (secondo norme DIN 19543). Si riportano nelle tabelle seguenti le caratteristiche geometriche principali dei tubi, secondo la norma DIN 4032:

Tubi in calcestruzzo di sezione circolare

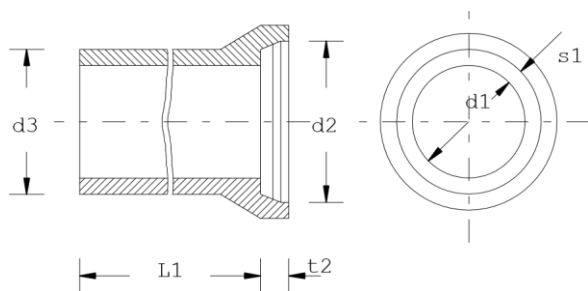


FIGURA 1 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto senza piede

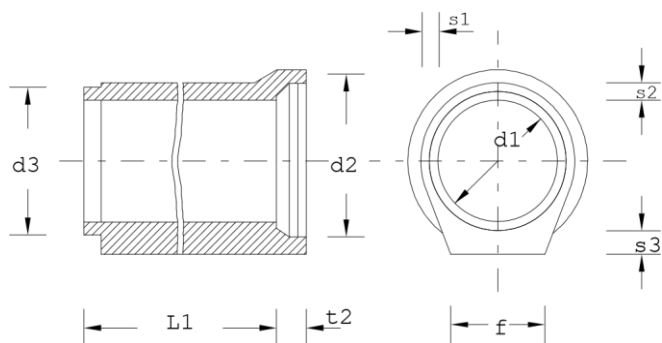


FIGURA 2 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con manicotto e con piede di appoggio

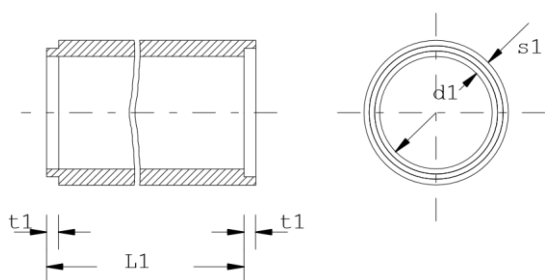


FIGURA 3 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega senza piede

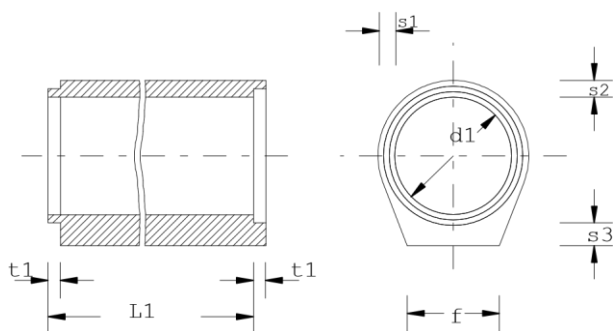


FIGURA 4 tubi in calcestruzzo di sezione circolare con giunto a risega e piede

Tabella 1: Tubi in calcestruzzo di sezione circolare

diametro d parallelismo larghezza spessori min. della parete nominale scarto della superf. del piede DN
ammis- di base. Scarto f tubi tubi sibile ammissibile circa senza con piede piede

								S1		S1	S2	S3
100	100±23	80	--	--	--	--	150	150±23	120	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
200	200±34	160	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
250	250±34	200	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
300	300±45	240	50	50	50	50	50	50	65	65	90	110
400	400±46	320	65	65	65	65	65	65	70	70	85	110
500	500±56	400	85	85	85	85	85	85	85	85	110	110

600	600±68	450	100	85	100	130	700	700±68	500	115	100
115	150										
800	800±710		550			130		115	130	170	
900	900±710		600			145		130	145	195	
1000	1000±812		650			160		145	160	215	
(1100)	1100±812		680			175		160	175	240	
1200	1200±10		14			730		190	170	190	260
(1300)	1300±10		14			780		205	185	205	280
1400	1400±10		16			840		220	200	220	300
(1500)	1500±10		16			900		235	215	235	320

N.B.: I diametri nominali in parentesi sono possibilmente da evitare.

Tabella 3: Forza di compressione al vertice F.

TUBI CIRCOLARI

Diametro nominale	Forza di compressione	DN
.....		
.....		AL VERTICE F KN/M MINIMA
100	---	150
.....		---
200	---	
250	---	
300	50	
400	63	
500	80	
600	98	
700	111	
800	125	
900	138	
1000	152	
1100	166	
1200	181	
1300	194	
1400	207	
1500	220	

ART. 57- CHIUSINI PER CAMERETTE

Di norma per la copertura dei pozzi di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in sola ghisa o in ghisa unita a calcestruzzo. I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o rettangolare a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm. Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione dei Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini. La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno. La Direzione Lavori potrà richiedere chiusini con fori di aerazione e muniti di appositi cestelli per la raccolta del fango. Ogni chiusino dovrà portare, ricavata nella fusione, l'indicazione della Stazione appaltante come risultante dai tipi normali.

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i chiusini dovranno essere garantiti, per gli impieghi sottoelencati, al carico di prova da indicare, ricavato in fusione, su ciascuno elemento: - su strade statali e provinciali, ed in genere strade pubbliche con intenso traffico di scorrimento: t 40; - su marciapiedi, giardini, cortili a traffico pedonale: t 15;

Per carico di prova si intende quel carico, applicato come al successivo paragrafo, in corrispondenza del quale di verifica la prima fessurazione.

Per la loro ammissibilità, ai fini dell'accertamento di rispondenza della fornitura, i certificati dovranno riferirsi a prove sino a rottura eseguite su un numero di elementi pari a uno ogni cento di fornitura con un minimo di tre elementi. Tutte le spese saranno a carico dell'appaltatore.

Le spese saranno a carico della stazione appaltante solo se venga richiesta, e dia esito positivo, una prova su fornitura inferiore ai venti elementi.

Per la validità dei relativi certificati le prove dovranno essere eseguite presso laboratori ufficiali o presso Istituti specializzati secondo norme vigenti.

Il telaio del chiusino verrà posato sul supporto della macchina di prova con l'interposizione di un sottile strato di gesso, si da garantire la perfetta orizzontabilità. La forza di pressione verrà esercitata perpendicolarmente al centro del coperchio per mezzo di un piatto del diametro di 200 mm il cui bordo inferiore risulti arrotondato con raggio di 10 mm. Il piatto dovrà essere posato sul coperchio con l'interposizione di un sottile strato di gesso, di feltro o di cartone, per garantire il perfetto, completo appoggio.

La pressione dovrà essere aumentata lentamente e continuamente con incrementi che consentano il raggiungimento del carico di prova in quattro minuti primi, ma verrà arrestata, nel caso non si siano verificate fessurazioni, al 90% di tale valore. Qualora invece anche uno solo degli elementi sottoposti a prova di fessurasse, si procederà senz'altro a sottoporre alla prova completa, fino a rottura, altri due elementi, indipendentemente dalla consistenza della fornitura, ed il carico di rottura risulterà dalla media di tre valori.

Se tutti i campioni superano i prescrittivi esami le prove hanno validità per l'intera fornitura.

Qualora il risultato di una prova sia controverso, l'appaltatore può chiedere che la prova sia ripetuta sullo stesso numero di elementi provenienti dalla stessa fornitura.

Se i nuovi elementi superano chiaramente la prova, l'intera fornitura si intende come collaudata, altrimenti la Direzione Lavori è autorizzata a rifiutarla.

ART. 58- POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO NORMALE

I tubi di cemento normale saranno normalmente posti in opera con sottofondo e, eventualmente, rinfilanchi in calcestruzzo magro di cemento. Il sottofondo ed i rinfilanchi avranno le precise dimensioni risultanti dai tipi di progetto.

Il sottofondo dovrà essere spianato ed disposto esattamente secondo le livellette prescritte. Le superfici superiori dei rinfilanchi dovranno essere intonacate e lisciate in malta di cemento.

Il tubo sarà quindi posato sul sottofondo così predisposto e ricalzato lateralmente con cunei di calcestruzzo od altro perché sia mantenuto esattamente in posto.

Verrà quindi disteso lungo l'orlo del tubo già in opera un piccolo strato di malta di cemento puro e contro questo verrà spinto il tubo successivo con l'orlo pure spalmato di malta ricca di cemento. Quando questa abbia fatto presa sufficiente, dovranno essere diligentemente raschiate tutte le escrescenze sia all'esterno che all'interno. Verrà quindi gettato il calcestruzzo di rinfilanco, avendo cura nella colata e nella pestonatura successiva che la tubazione non abbia minimamente a spostarsi dalla sua posizione in precedenza fissata.

Successivamente, avutone l'assenso da parte della Direzione Lavori, si procederà al rinterro della condotta impiegando dapprima materiale minuto e crivellato disposto a strati ben battuti, per un'altezza di circa 30 cm - qualora non altrimenti stabilito nell'apposita voce dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto" - e poi le terre di scavo, esse pure battute, bagnate, ed in strati successivi come sopra detto.

Se indicato nell'apposita voce della "Lista delle categorie di lavoro e forniture previste per l'esecuzione dell'appalto", per le giunzioni verranno impiegate apposite guarnizioni in gomma.

ART. 59- POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO

Sistemato il piano di fondo dello scavo, i tubi in parola saranno collocati su sellette d'appoggio, in calcestruzzo di cemento prefabbricato (in numero di due per ogni tubo), le quali saranno messe in opera alle esatte quote corrispondenti alle livellette di progetto. Le sellette saranno disposte con gli assi a 50 cm dall'estremità del rispettivo tubo o secondo quanto risulta dai tipi di disegni allegati al progetto. Le giunzioni fra tubo e tubo, per tubi con estremità a bicchiere, saranno effettuate come segue:

L'estremità a coda del tubo verrà martellinata per una certa ampiezza, allo scopo di facilitare l'adesione della malta; i tubi verranno poi imboccati a vicenda tenendo leggermente staccata la coda dell'uno dal fondo del bicchiere dell'altro. In seguito, a mezzo di cunei di legno sarà fissata la posizione reciproca del tubo e del bicchiere curando la perfetta centratura dei pezzi; fissata così la reciproca posizione, la giunzione sarà fatta con treccia di canapa avvolta sulla testata del tubo e compressa, a mazzuolo, con apposita stecca di legno. In questo modo il bicchiere sarà riempito per circa due terzi della sua profondità: la parte restante sarà riempita con malta ricca di cemento e con mastice bituminoso a seconda delle prescrizioni della Direzione Lavori ed in modo da formare un anello a smusso leggermente sporgente dal bicchiere.

Si procederà infine al rinterro della tubazione previo assenso della D.L., impiegando dapprima sabbia o terra crivellata disposta a strati ben battuti per un'altezza di 30 cm sopra il tubo, salvo diversa prescrizione dell'apposita voce dell'elaborato "Elenco descrittivo delle voci relativo alle varie categorie di lavoro previsti per l'esecuzione dell'appalto". Dopo di che potrà essere impiegata la terra di scavo essa pure a regolari strati battuti e innaffiati a regola d'arte.

Se indicato nell'apposita voce della "Lista delle categorie di lavoro e forniture previste per l'esecuzione dell'appalto", per le giunzioni verranno impiegate apposite guarnizioni in gomma.

ART. 60 POSA IN OPERA DEI CHIUSINI PER CAMERETTE

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata, verrà quindi steso un letto di malta a 5,00 q.li di cemento tipo 425 per mc di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio. La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessaria non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4,00 q.li di cemento tipo 425 per mc di impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci. Il telaio sarà quindi fissato alla soletta mediante 4 bulloni ad espansione in acciaio.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita saranno asportati.

Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

ART. 61 CONSOLIDATORI A FARFALLA

CONSOLIDATORI A FARFALLA, Descrizione del sistema

Concetti generali

Il presente sistema è una struttura in acciaio per la messa in sicurezza di scarpate. La denominazione del sistema è FARFALLA B25 (nota in precedenza anche come FARFALLA Mini). La struttura portante in acciaio è costituita da profilati d'acciaio disposti a X (profilati a I), tensionati a livello del terreno mediante uno strato di griglia d'acciaio ad alta resistenza. L'angolo di montaggio di questa struttura portante in acciaio è di 10° (misurata dalla corsa verticale). Gli elementi di supporto a forma di X hanno dimensioni di 2 x 2,5 m e possono essere installati orizzontalmente o verticalmente (vedi la Figura sotto). La variante installata orizzontalmente è denominata TIPO 1, mentre la variante installata verticalmente è denominata TIPO 2.

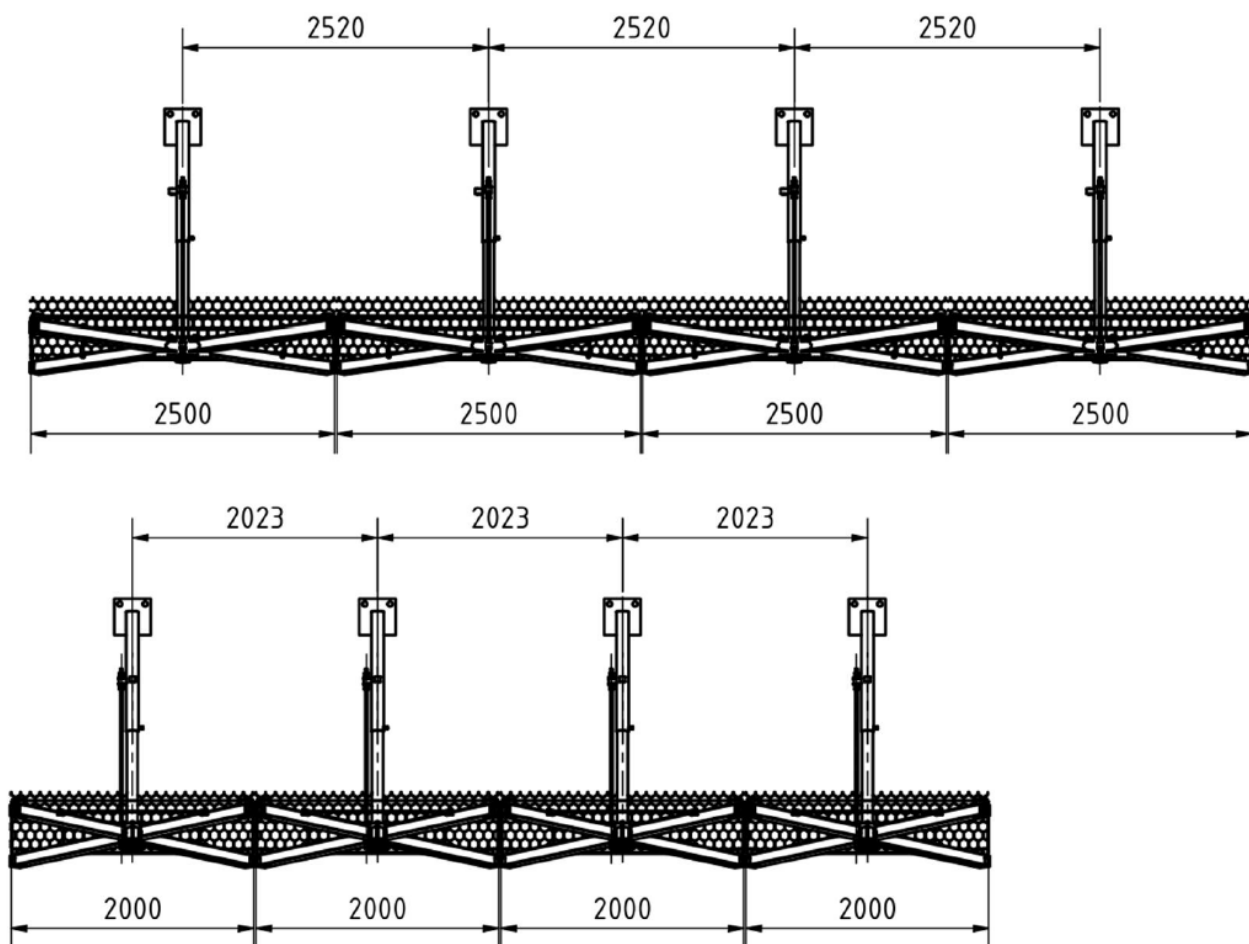


Figura 1 - Disegno di sistema FARFALLA B 25: lato superiore: TIPO 1 - Installazione orizzontale (h=2,0 m), lato inferiore: TIPO 2 – Installazione verticale (h=2,5 m); tratto dal progetto 3485-20-2

Gli elementi di supporto vengono fissati tra loro da un lato mediante morsetti tra le barre e tramite grilli tra le funi portanti esterne delle reti (vedi Figura seguente).



Figura 2 - Elementi di collegamento; tratto dal progetto 3485-20-2

Gli elementi di supporto a forma di X sono fissati ciascuno al centro di ogni struttura mediante un tirante dal lato monte. A seconda della configurazione del tirante sono possibili 3 varianti:

- Variante 1: fissaggio indiretto mediante palo di trazione tramite struttura ausiliaria composta da tubo di collegamento, piastra per barra ancoraggio e chiodo
- Variante 2: Fissaggio diretto mediante palo di trazione (palo per attrito)
- Variante 3: Fissaggio mediante tubo di collegamento e piastra a gravità

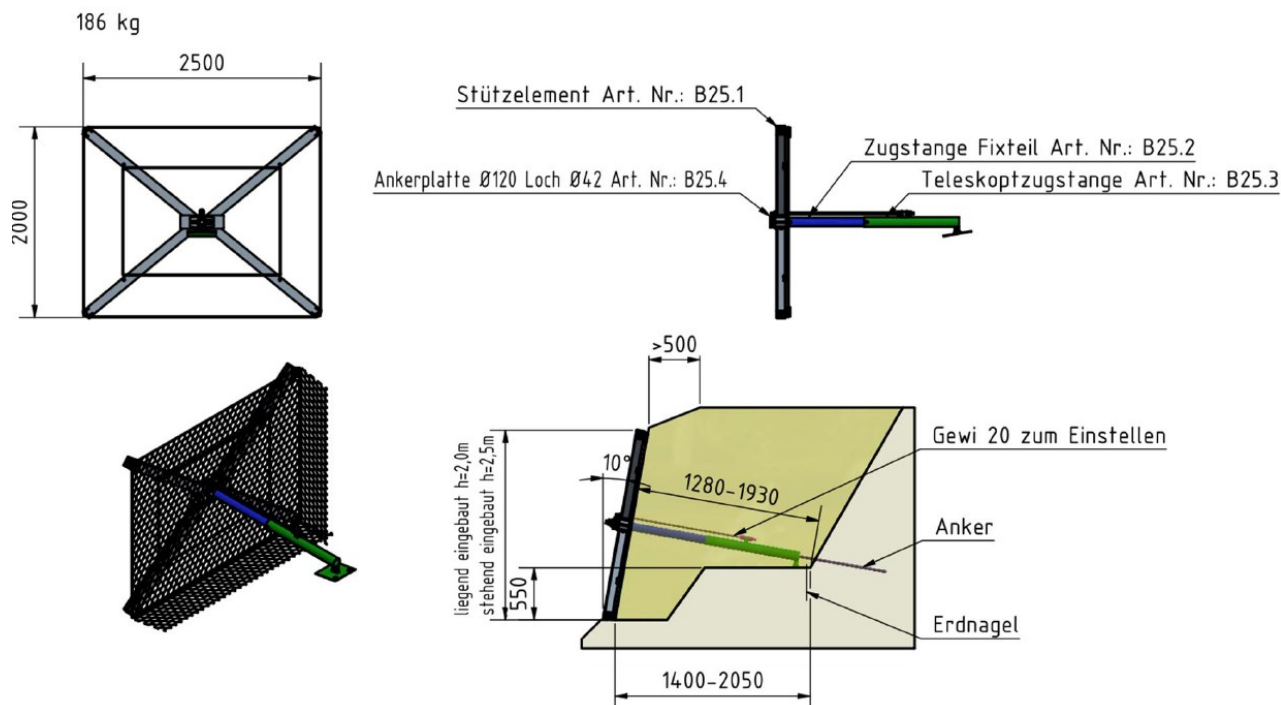


Figura 3 - Disegno di sistema FARFALLA B 25 – Variante 1; tratto dal progetto 3485-20-2

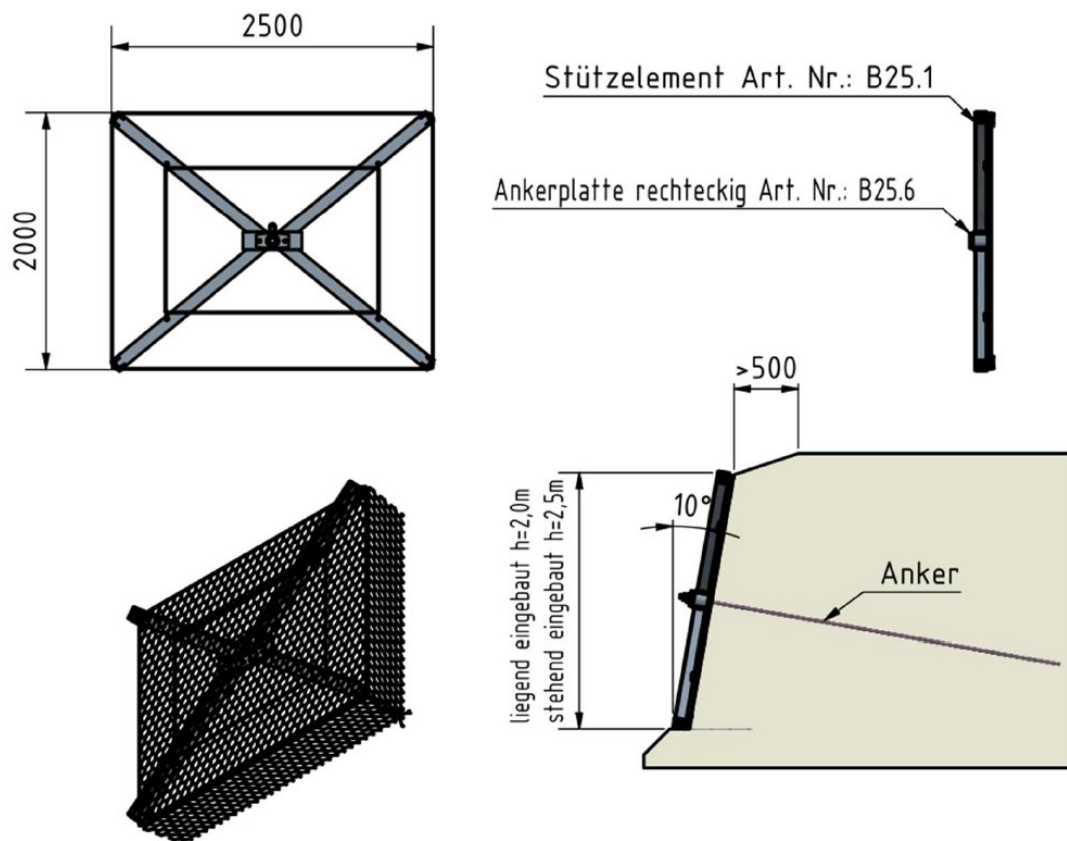


Figura 4 - Disegno di sistema FARFALLA B 25 – Variante 2; tratto dal progetto 3485-20-2

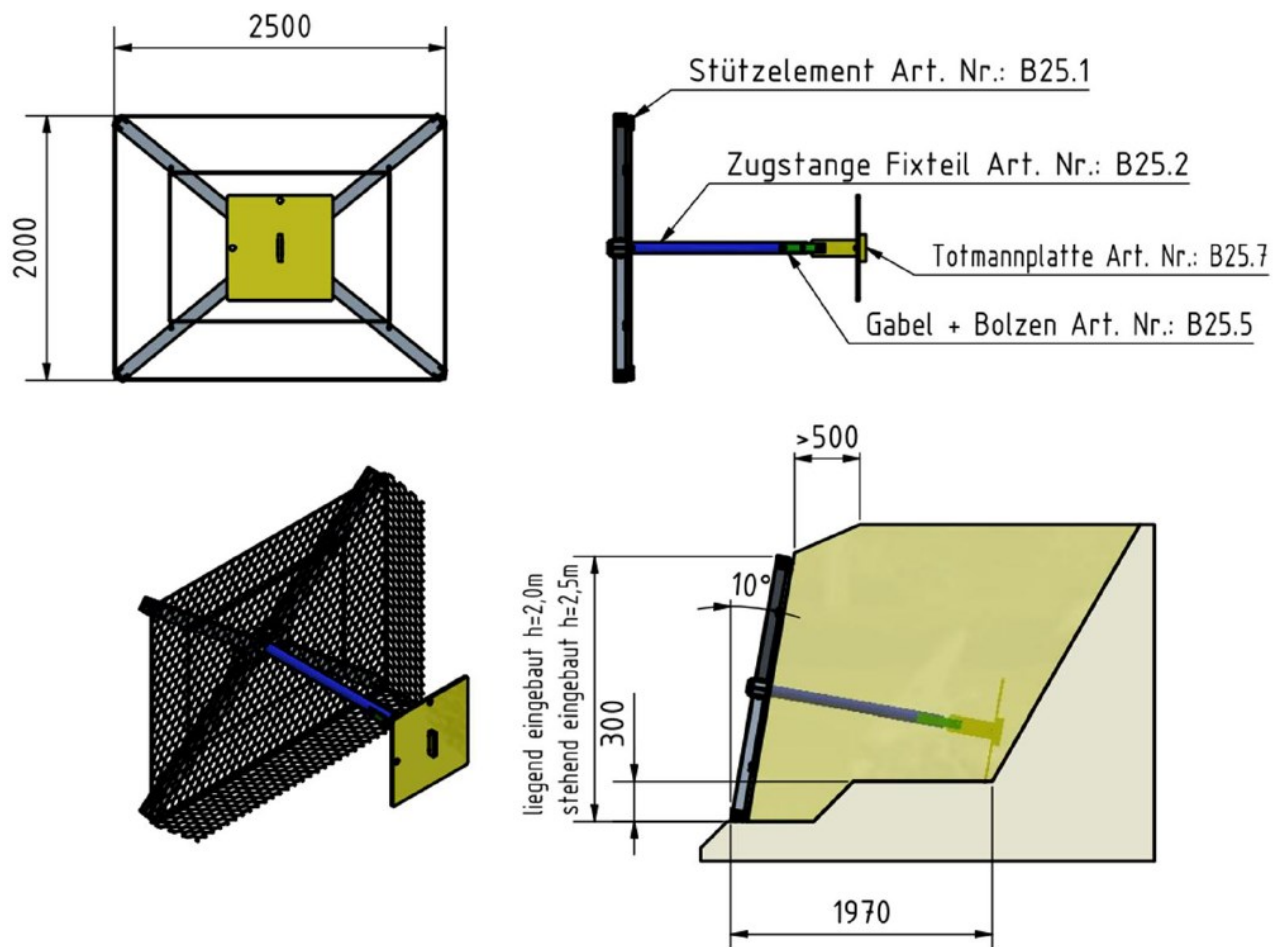


Figura 5 - Disegno di sistema FARFALLA B 25 – Variante 3; tratto dal progetto 3485-20-2

Inoltre, in caso di necessità sono previsti ancoraggi speciali:

- Elemento di collegamento, parte centrale: può essere collocata in corrispondenza del punto di collegamento tra due strutture a forma di X (vedi la Figura 6).

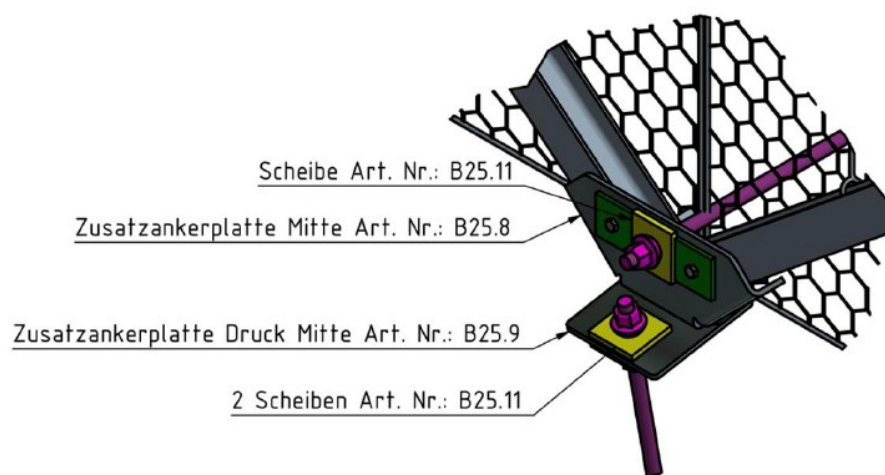


Figura 6: Elemento di collegamento centrale; tratto dal progetto 3485-20-2

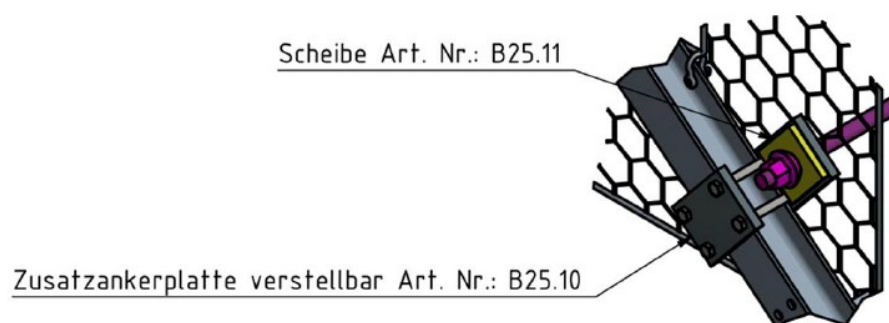


Figura 6 - Elemento di collegamento regolabile; tratto dal progetto 3485-20-2

ELEMENTO DI SUPPORTO

L'elemento di supporto è costituito da 4 supporti a I saldati a croce (HEA 100) (Figura 8; Figura 9). Questi sono fissati al centro su un profilato cavo rettangolare (tubo a Q 140x140x8). Nel profilato cavo rettangolare è inserito un tubo ($\Phi 101,6 \times 5 \text{ mm}$) (Figura 11). In fase di montaggio il tirante viene fatto passare attraverso questo tubo. Alle estremità esterne dei supporti a I sono saldate fasce d'acciaio piatte curvate ($50 \times 10 \text{ mm}$) (Figura 12). In corrispondenza di queste ultime viene montata lungo il perimetro la fune portante esterna per il fissaggio della rete d'acciaio. Il componente pre-saldato è zincato a fuoco a norma DIN EN ISO 1461. I profilati HEA 100 presentano una resistenza dell'acciaio di S275JR, il tubo a Q di S355J2H e tutti gli altri componenti di S235JR.

Le funi portanti vengono collegate di volta in volta mediante 2 morsetti a Z in alluminio, misura 13, a norma DIN EN 13411-3. Su questa struttura portante composta da due funi portanti perimetrali (fune DN 10mm) viene fissata una rete zincata ($\Phi 2,7 \text{ mm}$, MW $80 \times 100 \text{ mm}$) (Figura 8, Figura 10). Tale rete supporta il materiale retrostante. La rete è fissata alle funi portanti a distanze regolari mediante morsetti Spenax (Figura 10). Alle estremità di un consolidamento e all'estremità inferiore la rete viene inserita per 0,5 m dal lato monte (Figura 8).

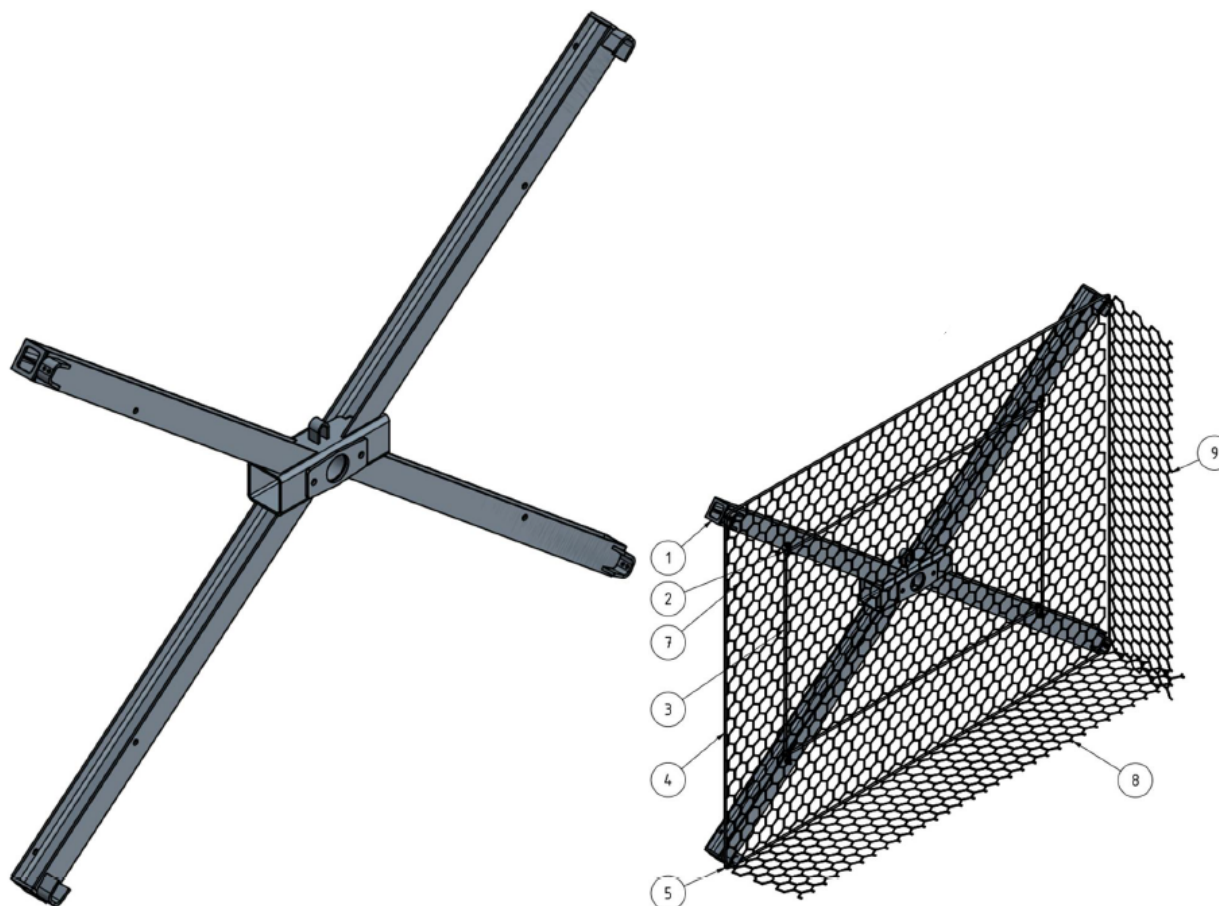


Figura 7 - Elemento di supporto – rappresentazione 3D: a sinistra struttura portante; tratto dal progetto 3462-20-3; a destra: struttura con rivestimento in rete; tratto dal progetto 3462-20-2

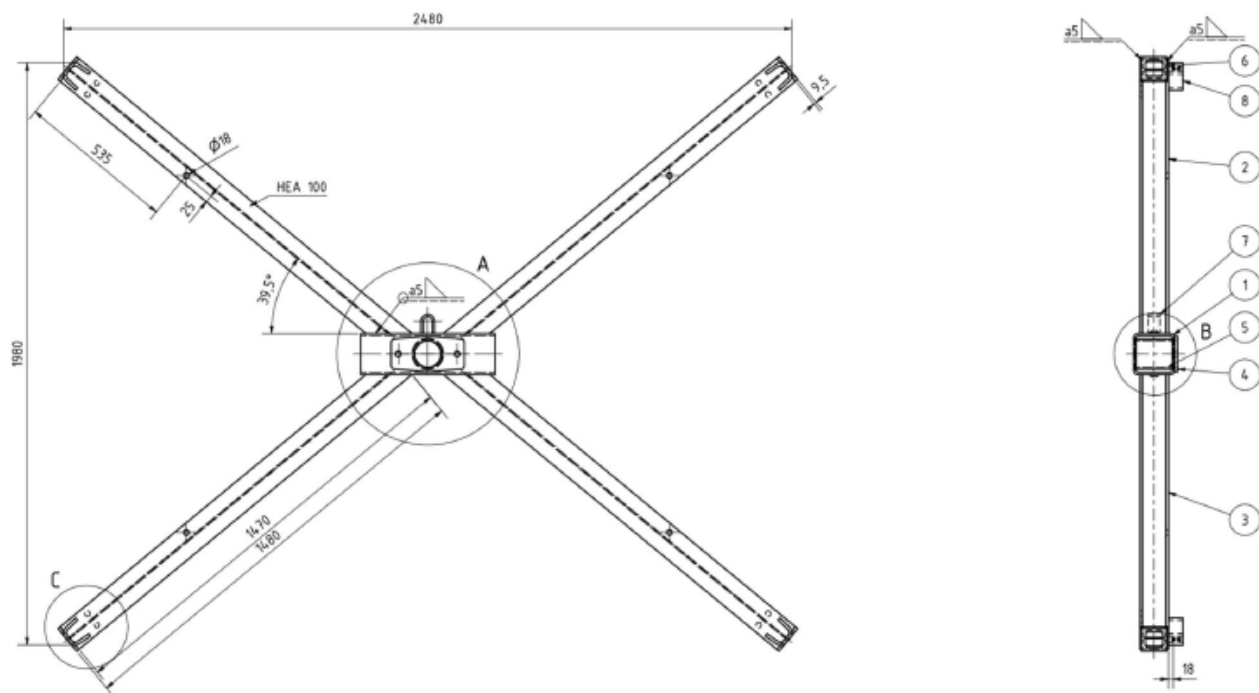


Figura 8 - Disegno costruttivo elemento di supporto: vista e sezione; tratto dal progetto 3462-20-3

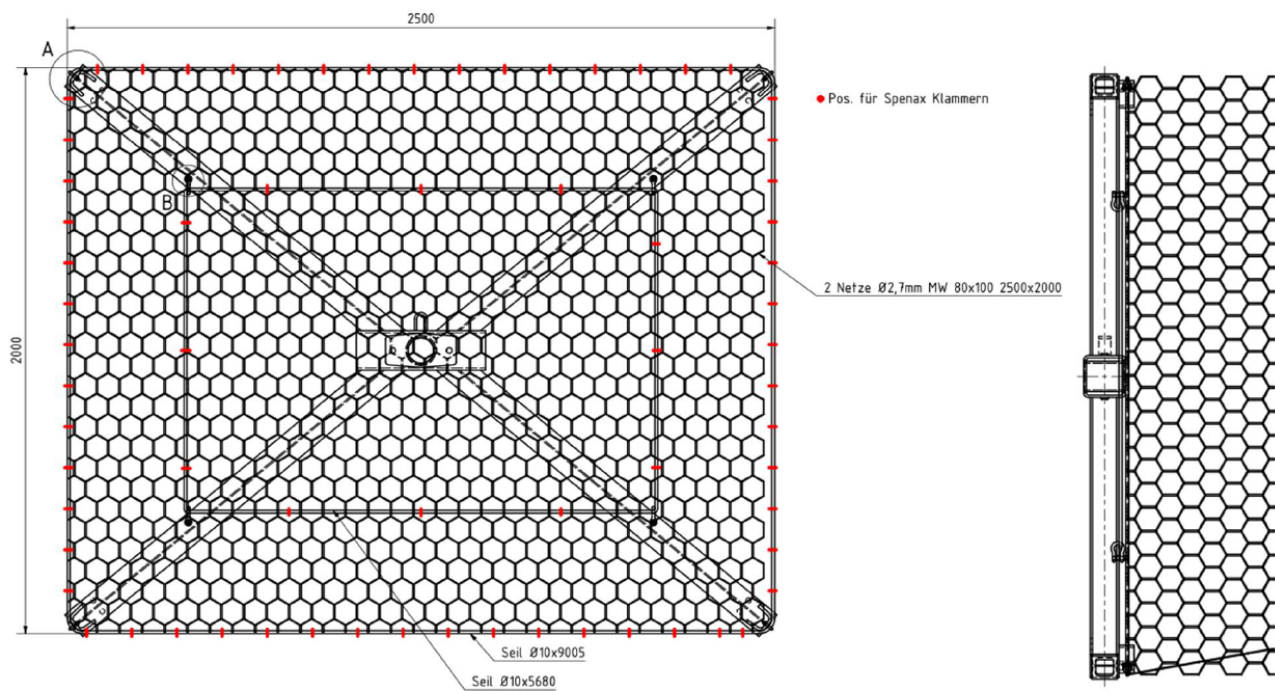


Figura 9 - struttura portante con rivestimento: vista e sezione; tratto dal progetto 3462-20-2

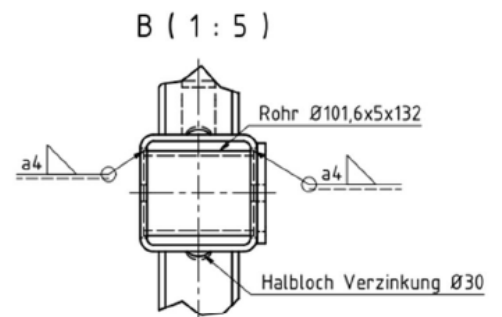
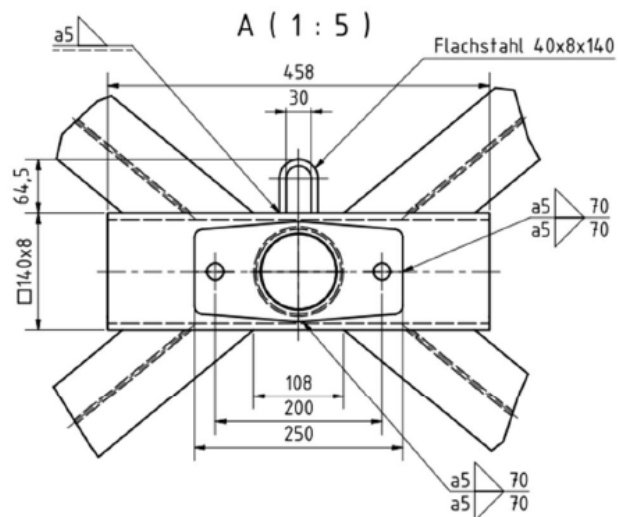


Figura 10 - Dettaglio: elemento di collegamento intermedio

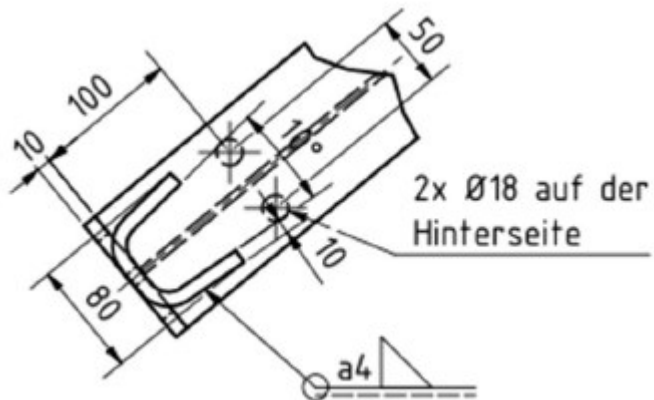


Figura 11 - Dettaglio: estremità del supporto con rinvio fune

ELEMENTO DI COLLEGAMENTO

L'elemento di collegamento, se necessario, viene fissato alle estremità inferiori degli elementi di supporto. La struttura zincata è realizzata in lamiera curvata dello spessore di 12 mm con resistenza S355J2+N. Nella lamiera sono presenti tre fori circolari. I fori di diametro 60 mm servono al fissaggio della struttura di supporto. Nel foro centrale di diametro 80 mm viene montato il tirante. Tra testa del palo ed elemento di collegamento viene inserita una piastra in lamiera per la ripartizione del carico $t = 15$ mm di dimensioni 110 x 120 mm.

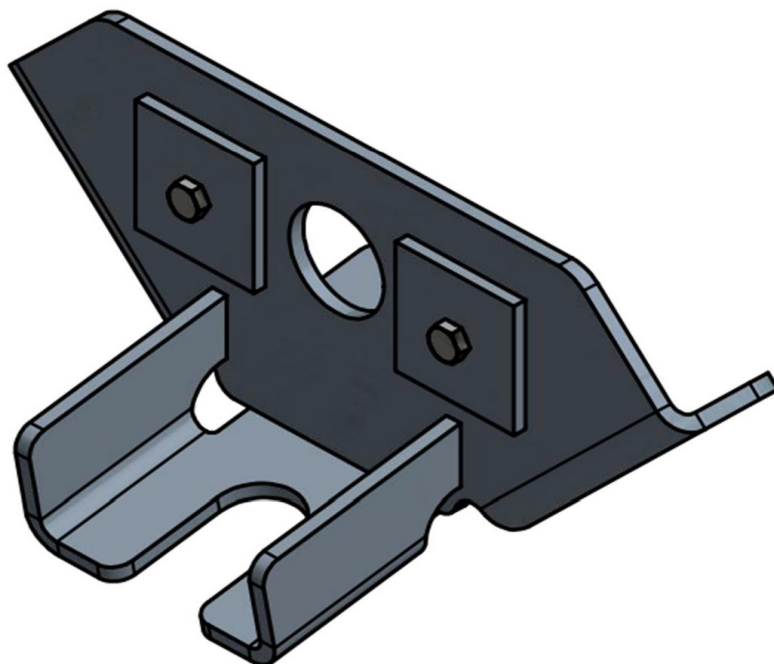


Figura 12 - Elemento di collegamento per FARFALLE, rappresentazione 3D

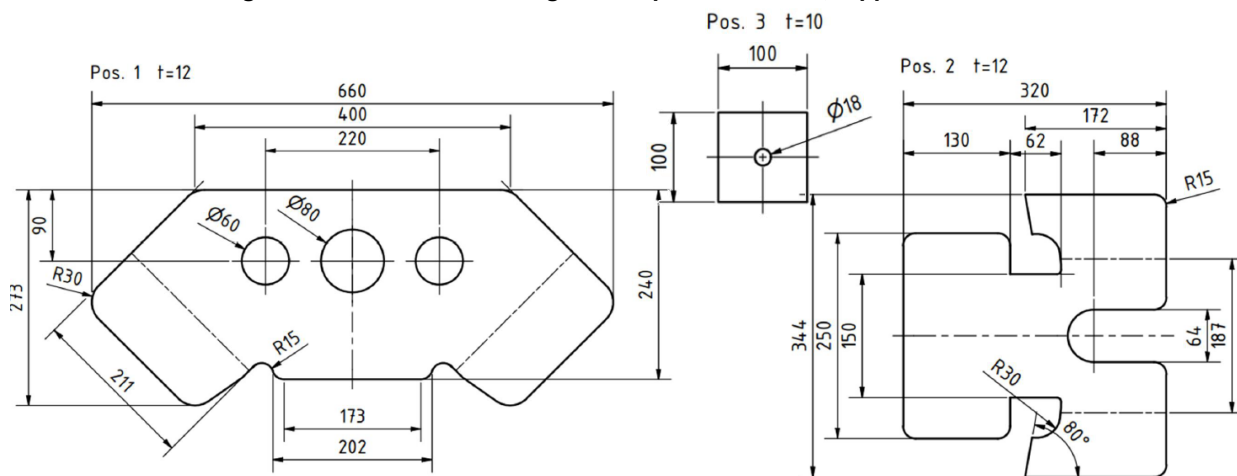


Figura 13 - Piastra inferiore a sx e a dx piastra superiore

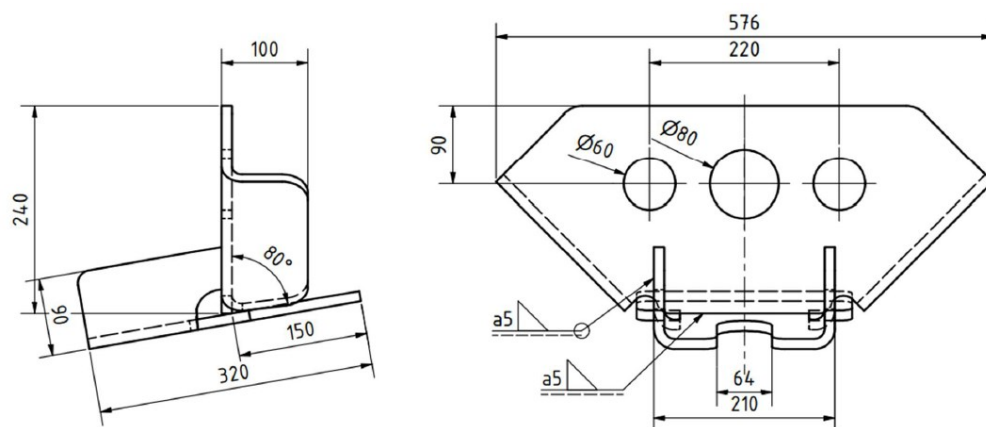


Figura 14 - Elemento di collegamento per FARFALLE

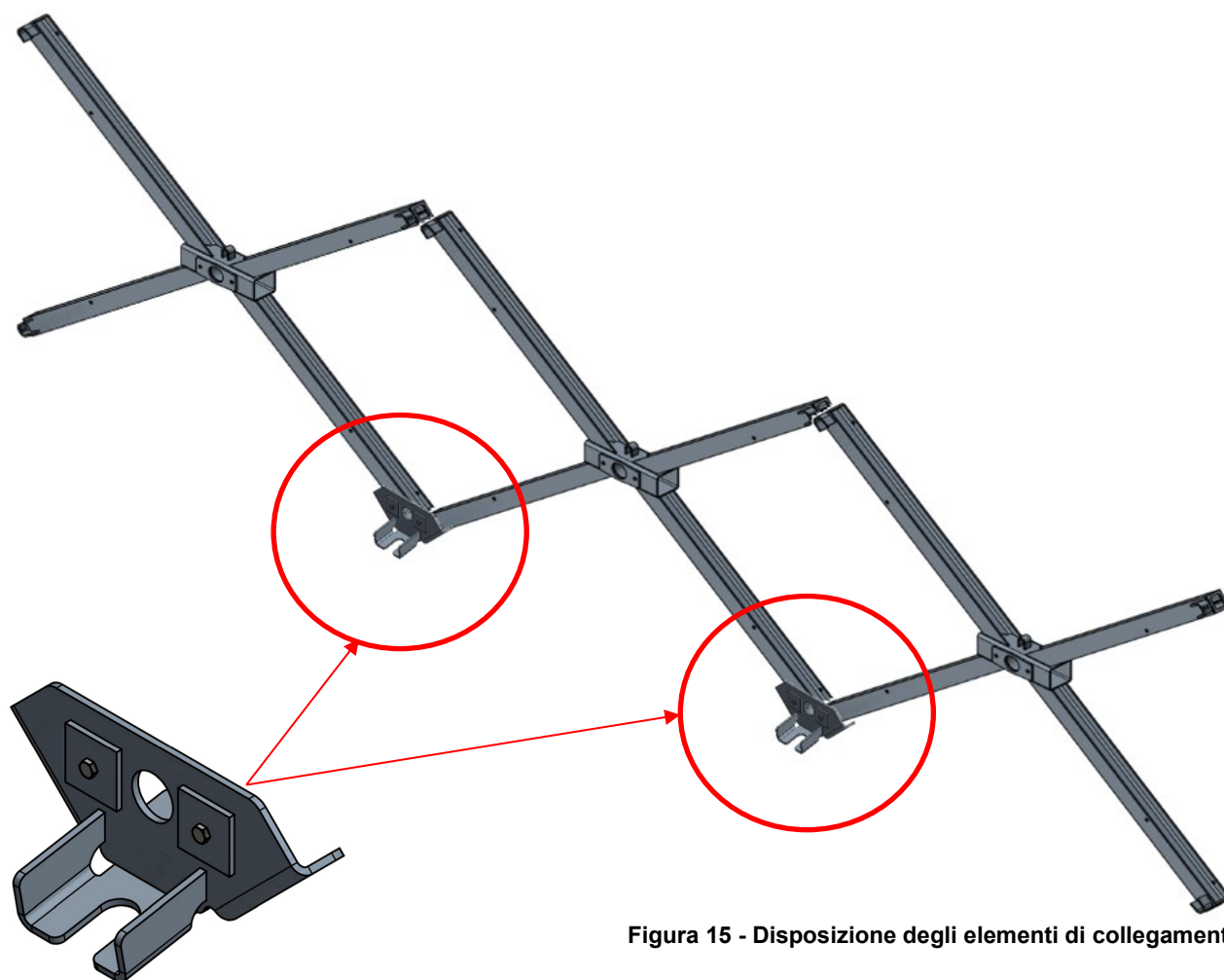


Figura 15 - Disposizione degli elementi di collegamento

ELEMENTO DI COLLEGAMENTO REGOLABILE

L'elemento di collegamento regolabile è costituito da due piastre d'acciaio collegate mediante viti (M16). Le piastre d'acciaio hanno uno spessore di 20 mm e presentano una qualità dell'acciaio di S355J2+N. Sulla piastra interna il tirante viene montato attraverso il foro circolare (diametro 64 mm).

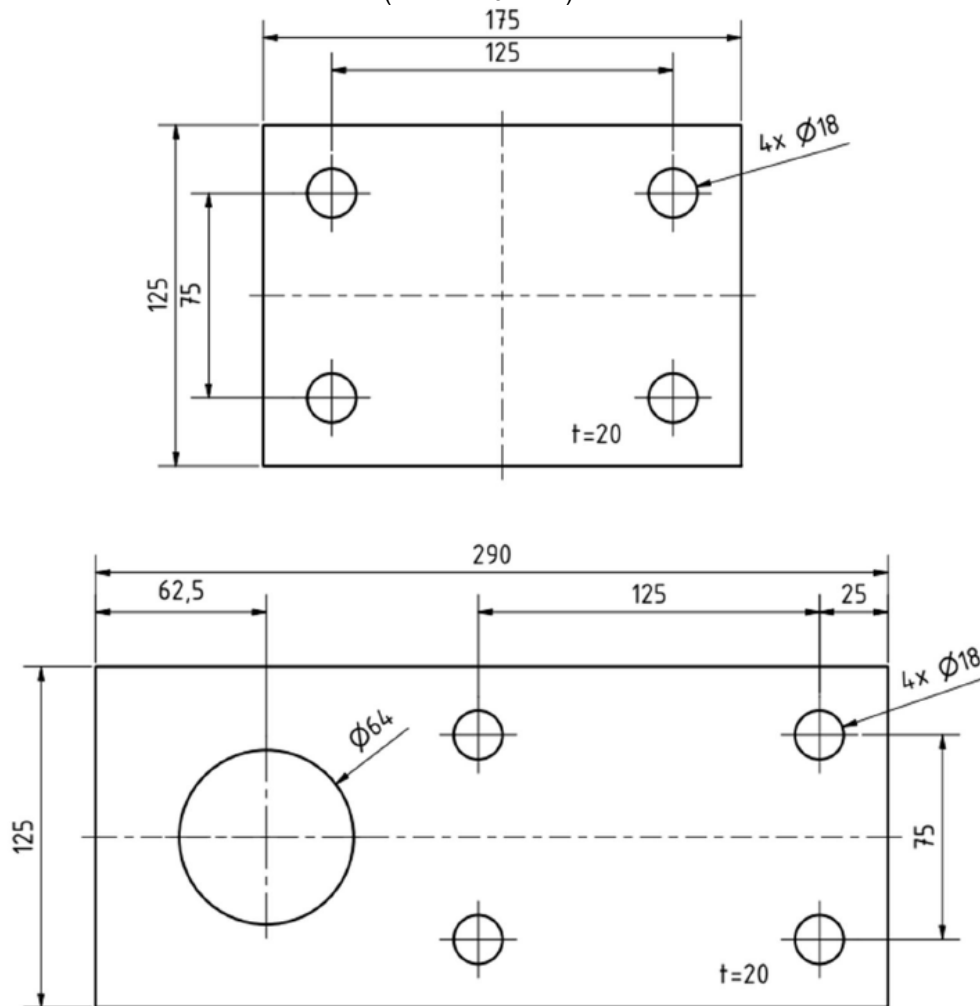


Figura 16 - Elemento di collegamento regolabile

TUBO DI COLLEGAMENTO (VARIANTE 1)

Il tirante è costituito, in questo caso, dal tubo di collegamento e dal tubo telescopico.

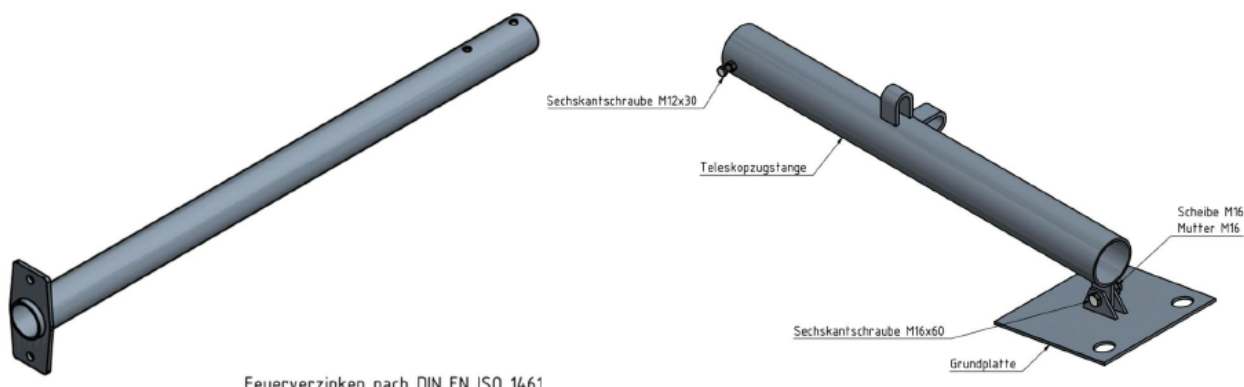


Figura 17 - a sinistra: tubo di collegamento, a destra: tubo telescopico (qui con piastra di base)

Il tubo di collegamento è composto da un tubo a sezione tonda di diametro 88,9x5 mm, mentre il tubo telescopico a un tubo di diametro 101,6x5 mm, entrambi con qualità dell'acciaio S235JR.

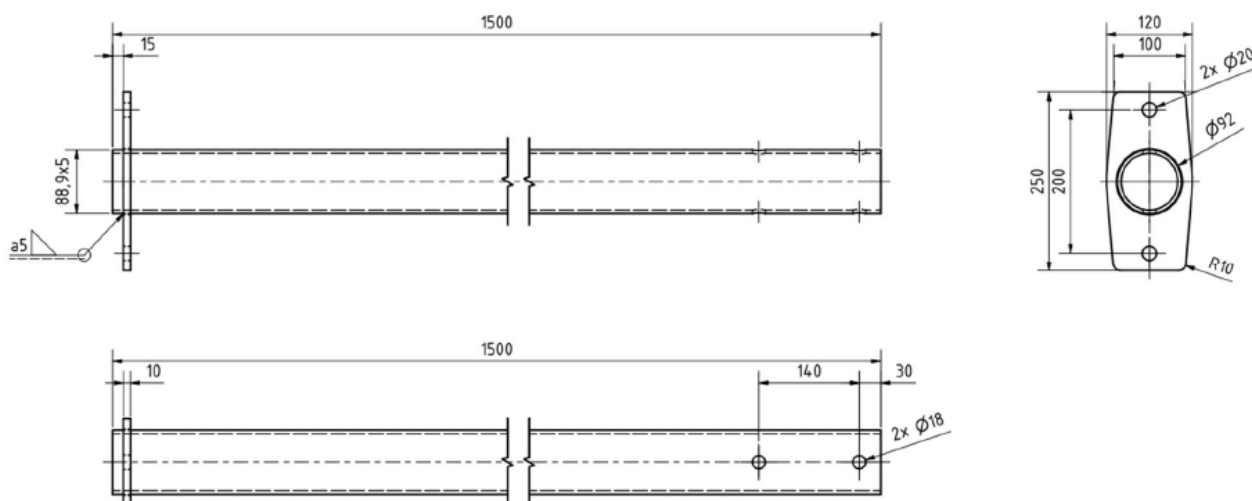


Figura 18 - Disegno di progetto tubo di collegamento

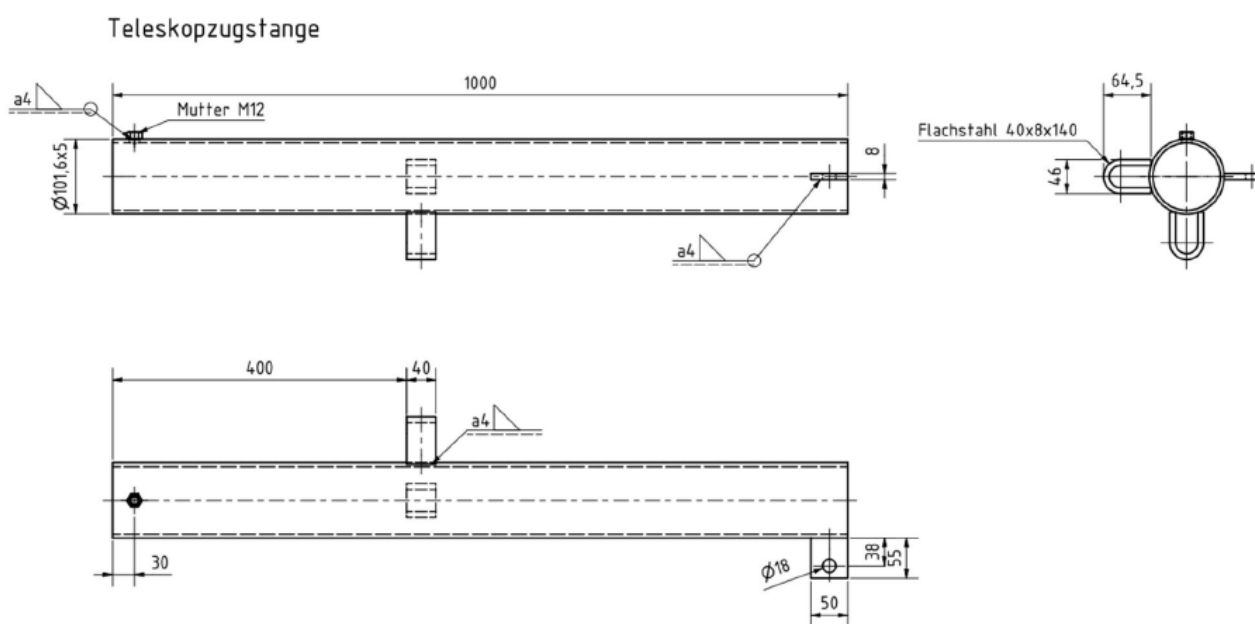


Figura 19 - Disegno di progetto tubo telescopico

In corrispondenza del tubo di collegamento è saldata una flangia in lamiera dello spessore di 10 mm.

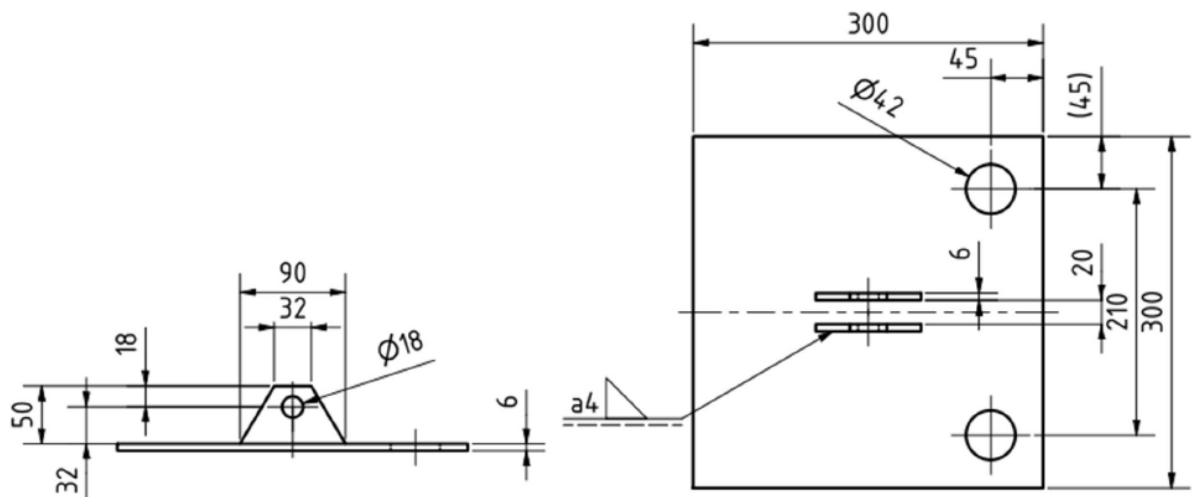


Figura 20 - Disegno di progetto piastra di base

Quest'ultima serve al fissaggio sull'elemento di supporto. Tra flangia ed elemento di supporto viene inserita una piastra per barra ancoraggio circolare (Figura 24, Figura 25). La piastra per barra ancoraggio presenta un diametro di 120 mm e uno spessore di 20 mm (S355J2+N). Il tubo telescopico è collegato alla piastra di base mediante due fascette saldate e una vite M16 (Figura 22). La piastra di base è costituita da una lamiera grezza dello spessore di 6 mm e di dimensioni 0,3 x 0,3 m (Figura 23). La piastra di base è fissata mediante chiodi, inseriti in due fori.

Sistema Farfalla B25 in possesso di ETA (esclusi ancoraggi e fondazioni).

Struttura prefabbricata mono ancoraggio per il consolidamento dei pendii e strade, in possesso di ETA—24/0107 del 12.03.2024 secondo EAD 340739-00-0106 High load bearing single anchor earth retaining structures made of steel. La struttura dovrà essere posizionata come indicato nelle planimetrie di progetto, secondo il tracciamento eseguito sul terreno e prodotta in regime di qualità EN ISO 9001:2015 (relativo al settore manifatturiero).

In particolare la struttura dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- Geometria con posizionamento orizzontale: Base 2,50m x Altezza 2,00m
- Geometria con posizionamento verticale: Base 2,00m x Altezza 2,50m
- Dimensionato secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) Capitolo 4 (Strutture in acciaio) e Capitolo 6 (Progettazione geotecnica).
- Forza resistente minima della struttura Farfalla pari a 81.0kN
- Forza resistente minima della struttura Farfalla pari a 113.0kN (in caso di utilizzo di elemento di collegamento alla base delle travi e relativo ancoraggio di fondazione)
- Le strutture devono essere in possesso di certificazioni attestanti il superamento di test in nebbia salina secondo la norma EN ISO 9227, il superamento del test di misurazione dello spessore di zincatura secondo la EN 10244-2 che possano dimostrare una vita utile di 43 anni in condizioni di esposizione di corrosione atmosferica pari a C2 secondo la EN ISO12944-2.
- Le strutture devono possedere il foro centrale nell'incrocio fra le travi di sostegno (carpenteria metallica) per permettere di realizzare gli ancoraggi di fondazione anche dopo aver posato ed interrato la struttura in modo da velocizzare le attività di montaggio e realizzare l'ancoraggio dall'esterno della struttura.
- La struttura non deve possedere funi di controvento per l'irrigidimento della struttura e deve essere dotata di tubo di collegamento telescopico per adattarsi alle diverse configurazioni di scavo; la struttura deve altresì poter essere utilizzata senza necessariamente utilizzare il tubo di collegamento.
- Le varie strutture devono poter essere collegate fra di loro con opportuni accessori di collegamento che ne permettano la continuità strutturale. Nei punti di collegamento devono potersi alloggiare eventuali ancoraggi in barra per il rinforzo per il terreno da computarsi a parte.
- Le strutture devono possedere apposita calotta (parte integrante della struttura) per proteggere le teste di ancoraggio contro la corrosione; tale calotta deve potere essere iniettata con boiacca cementizia attraverso opportuni fori di iniezione.

La geometria della struttura prevede che l'opera possa adattarsi alle condizioni del terreno, secondo le geometrie ed angoli previsti in progetto garantendo che gli elementi attigui possano essere fisicamente solidarizzate con gli accessori specifici previsti nel kit di montaggio.

E' compreso l'onere per eseguire tutte le opere secondo i dettagli del progetto, il collegamento con le fondazioni (che sono computate a parte).

Gli elementi che compongono il sistema sono:

- Travi principali dimensione minima HEA100 in acciaio S275J con modulo di resistenza minima $W_{xx}: 72.8 \text{ cm}^3$
- Piastra di collegamento centrale 120mm x 10mm x 250mm in acciaio S275J
- Tubo di collegamento al terreno diametro minimo D.89mm, sp.5mm, L=1500mm in acciaio S235J
- Doppia rete metallica d.filo.2,7mm, maglia 100mm x 80mm, UNI-EN 10223-3, zincata secondo EN 10244-2 Classe A, Rivestimento Polimerico in PVC Grigio UNI EN 10245-2
- Funi di bordo ed intermedie spirodiali in acciaio zincato diametro minimo D.10mm (formazione 1x19), classe 1770N/mm², EN12385-10, zincatura EN10244-2 classe A, carico di rottura minimo 93,10kN
- Piastra di fondazione (se presente) di dimensione minima 800mm x 800mm x 20mm in acciaio S355J2
- Barra di regolazione in barra GEWI D.20mm per la regolazione del tubo telescopico dall'esterno della struttura
- Calotta di protezione in acciaio zincato secondo EN ISO 1461
- Grigli tipo ad alta resistenza con coefficiente di sicurezza pari a 6
- bulloni zincati classe 8.8 secondo UNI EN 15048
- Altri elementi ove previsto, dalla dichiarazione di conformità CE del singolo componente ai sensi del DPR n.246/93

Il sistema deve essere in possesso di ETA secondo la EAD 340739-00-0106 High load bearing single anchor earth retaining structures made of steel.

Tutti i materiali e/o componenti devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, in particolare EN 1090 (strutture in acciaio), EN ISO 1461 (zincatura carpenteria metallica)

Il produttore deve essere in possesso:

- Certificato di conformità di produzione per i componenti di strutture in acciaio, secondo EN1090-1:2009+A1:2011.
 - Classe di esecuzione: fino a EXC3
- Certificazione di qualità delle saldature riguardo alla EN ISO 3834-2
- Certificato per il sistema di gestione secondo EN ISO 9001: 2015

Tutte le certificazioni, della struttura Farfalla e dei suoi componenti, i manuali di installazione e la documentazione tecnica di prodotto, prima dell'accettazione dei materiali in cantiere devono essere sottoposte per approvazione alla D.L.

Sistema Farfalla R3.

Fornitura e posa in opera di struttura prefabbricata monoancoraggi per il consolidamento dei torrenti di montagna, a realizzare una struttura conformata a gaveta (trapezio rovesciato) nella zona di passaggio del flusso idraulico; posizionato come indicato nelle planimetrie di progetto, secondo il tracciamento eseguito sul terreno e prodotta in regime di qualità EN ISO 9001:2015 (relativo al settore manifatturiero).

In particolare la struttura dovrà avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

- Geometria:
 - Larghezza complessiva in cima :6.00m
 - Larghezza complessiva in fondo: 3.99m
 - Altezza totale: 2.40m
 - Altezza fondo gaveta: 1.34m
 - Larghezza gaveta in cima: 3.9m
 - Larghezza gaveta al fondo: 0.79m
- Dimensionato secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) Capitolo 4 (Strutture in acciaio) e Capitolo 6 (Progettazione geotecnica).
- La singola struttura dovrà possedere una conformazione a gaveta nella sua parte alta di forma trapezoidale rovesciata; la struttura si deve adattare al terreno del torrente, essere collegata al terreno per mezzo di un tubo di collegamento, di funi di controvento e di piastra di gravità; le travi che permettono la realizzazione della gaveta devono essere continue (senza snodi) e protette con ulteriore piastra di acciaio a protezione degli urti.
- Il transito del flusso idraulico o colata detrito non dovrà avvenire in contatto diretto con la rete e/o funi perimetrali della rete per evitare la rottura per taglio/abrasione.
- La struttura dovrà possedere il foro centrale nell'incrocio fra le travi di sostegno (carpenteria metallica) per permettere di realizzare gli ancoraggi di fondazione anche dopo aver posato e interrato la struttura in modo da velocizzare le attività di montaggio e realizzare l'ancoraggio dall'esterno della struttura.
- La struttura deve essere dotata di tubo di collegamento fisso di lunghezza massima 2600mm per limitare al massimo gli scavi e per adattarsi alle diverse configurazioni di scavo.
- Le varie strutture devono poter essere collegate fra di loro con opportuni accessori di collegamento che ne permettano la continuità strutturale. Nei punti di collegamento devono potersi alloggiare eventuali ancoraggi in barra per il rinforzo per il terreno da computarsi a parte.

La geometria della struttura prevede che l'opera possa adattarsi alle condizioni del terreno, secondo le geometrie ed angoli previsti in progetto.

E' compreso l'onere per eseguire tutte le opere secondo i dettagli del progetto, il collegamento con le fondazioni (che sono computate a parte).

Gli elementi che compongono il sistema sono:

- Travi principali dimensione minima HEB120 in acciaio S275 con modulo di resistenza minima $W_{xx}:144\text{cm}^3$
- Piastra di collegamento centrale in acciaio S355J2
- Tubo di collegamento al terreno diametro minimo D.127mm, sp.10mm, L=2400mm in acciaio S355J2H
- Tubo telescopico per versione con ancoraggio diametro minimo D.101,6mm, sp.5.0, L=2000mm in acciaio S235JR
- Tubo telescopico per versione con piastra a gravità diametro minimo D.101,6mm, sp.5mm, L=2000mm in acciaio S235JR
- Rete elettrosaldata d.filo.10mm, maglia 100mm x 100mm, acciaio B500, zincata secondo EN 1461,
- Funi di controvento in acciaio zincato diametro minimo D.16mm (formazione 6x19+AM), classe 1770N/mm², EN12385-4, zincatura EN10244-2 classe A, carico di rottura minimo 161,4kN
- Piastre di protezione contro le colate di detrito sagomate a forma trapezoidale di gaveta e piegate in acciaio S235JR spessore:12mm
- Piastre frangi flusso idraulico posizionata a valle della struttura e collegata ad essa con opportuni ganci, sagomata e piegata in acciaio S235JR spessore:12mm
- Piastra di fondazione (se presente) di dimensione minima 950mm x 790mm x 20mm in acciaio S355J2
- Grilli tipo ad alta resistenza con coefficiente di sicurezza pari a 6
- bulloni zincati classe 8.8 secondo UNI EN 15048
- Altri elementi ove previsto, dalla dichiarazione di conformità CE del singolo componente ai sensi del DPR n.246/93

Tutti i materiali e/o componenti devono essere nuovi di fabbrica ed accompagnati da certificazione di origine e dichiarazioni di conformità, secondo le normative applicabili, in particolare EN 1090 (strutture in acciaio), EN ISO 1461 (zincatura carpenteria metallica), nonché, ove previsto, dalla dichiarazione di conformità CE del singolo componente ai sensi del DPR n.246/93.

Il produttore deve essere in possesso:

- Certificato di conformità di produzione per i componenti di strutture in acciaio, secondo EN1090-1:2009+A1:2011.
 - Classe di esecuzione: fino a EXC3
- Certificazione di qualità delle saldature riguardo alla EN ISO 3834-2
- Certificato per il sistema di gestione secondo EN ISO 9001: 2015

Tutte le certificazioni, della struttura Farfalla dei suoi componenti, i manuali di installazione e la documentazione tecnica di prodotto, prima dell'accettazione dei materiali in cantiere devono essere sottoposte per approvazione alla D.L.; la struttura dovrà essere installato secondo le specifiche del manuale di installazione.

ART. 62. BARRE AUTOPERFORANTI

Il progetto prevede impiego di ancoraggi geotecnici di tipo passivo, realizzati con barre cave autoperforanti qualificate in accordo alle N.T.C., D.M. 14/01/2008, eseguiti nei terreni sciolti ghiaiosi e sabbiosi, con perforazione inclinata. L'armatura del tirante è costituita da una barra cava tipo R28 qualificata, prodotta in accordo al D.M. 17/01/2018, costituita da un tubo in acciaio di classe S460J0 a filettatura continua, del diametro nominale di 28 mm, avente le seguenti caratteristiche nominali: sezione 360 mmq, carico di snervamento 166 kN, carico di rottura 202 kN, $Agt \geq 5\%$, in riferimento alla relativa scheda "Caratteristiche tecniche di prodotto qualificato" depositata presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.



Durante la fase di perforazione dell'ancoraggio è iniettata una boiacca di cemento tipo 325 con rapporto acqua-cemento pari a 70/100 litri per 100 kg con funzione di portare i detriti di perforazione in superficie e di stabilizzare il foro. In fase di cementazione dell'ancoraggio la boiacca iniettata avrà un rapporto acqua-cemento pari a 40/50 litri per 100 kg fino alla fuoriuscita di boiacca in eccesso dalla boccaforo.

Per la posa del tirante si utilizzerà punta a perdere di diametro minimo $\varnothing 41$ mm, manicotti esterni di giunzione tra barra e barra fino al raggiungimento della quota finale di posa. Barre, dadi e manicotti sono prodotti con procedure di qualità certificate.

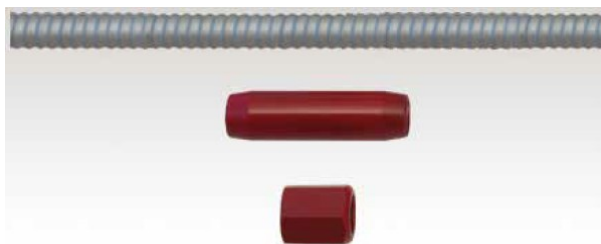


Figura 21 - Barra ed accessori zincati a caldo secondo standard ISO 1461; Punta di perforazione a perdere di diametro compreso tra $\varnothing 41$ e 51 mm, in acciaio temperato o in widia; Centratori in acciaio.

DESCRIZIONE:

Il sistema Autoperforante viene in genere impiegato per realizzare chiodature (Soil Nailing), in accordo con la UNI EN 14490 (2010), e ancoraggi passivi per il rinforzo dei terreni, in opere sia temporanee che permanenti.

La peculiarità del sistema è l'impiego di una barra cava in acciaio filettata che funge sia da elemento perforante a perdere, tubo di iniezione e armatura dell'ancoraggio, sostituendo le aste di perforazione e gli eventuali tubi di rivestimento provvisori comunemente impiegati nelle tradizionali tecniche di installazione degli ancoraggi con pre-foro e riducendo le tre fasi esecutive rappresentate da perforazione, installazione della barra e cementazione in una sola operazione.

Gli autoperforanti sono installati tramite un'unità di perforazione, in funzione del tipo di terreno, a rotazione o rotopercolazione esterna con idonea testa di adduzione e punta di perforazione a perdere.

Il sistema di ancoraggio di tipo passivo per uso geotecnico realizzato con barre cave auto-perforanti d'acciaio di diametro da 28 mm a 90 mm per la classe di resistenza 460/560 N/mm² e di diametro da 32 mm a 90 mm per la classe di resistenza 560/670 N/mm², è regolamentato dalla "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione di sistemi di ancoraggio di tipo passivo per uso geotecnico realizzati con barre piene e barre cave auto-perforanti d'acciaio" di cui al Decreto del Presidente del Consiglio Superiore LL.PP. n. 411 del 27/11/2020 e, per alcuni aspetti di progettazione e verifiche in opera, dal D.M. 17/01/2018.

Componenti e materiali

Il sistema autoperforante è composto di più elementi, alcuni strutturali (barra autoperforante, manicotto di giunzione, dado di serraggio, piastra di collegamento, eventuale golfare) e altri non strutturali (punta di perforazione, eventuali centratori e alesatori). In Figura 2.1 è riportato uno schema tipo del sistema. L'operatività necessaria in fase di perforazione e le prestazioni garantite dalla barra in esercizio sono raggiunte grazie alla collaborazione di tutti gli elementi del sistema, di seguito descritti.

Barra autoperforante

La barra autoperforante è l'elemento strutturale fondamentale del sistema autoperforante. È costituita da un tubo a filettatura continua in acciaio di classe 460/560 N/mm² o 560/670 N/mm², filettatura ottenuta per rullatura a freddo a partire da un tubo liscio. Le barre autoperforanti sono fornite in elementi modulari di lunghezza predefinita compresa tra 1 e 6 m, giuntabili mediante manicotto esterno. La presenza della cavità assiale all'interno della barra permette l'iniezione di fluidi di perforazione a pressione controllata, che fluiscono attraverso le apposite aperture presenti sulla punta di perforazione.

Anche se in casi particolari, in funzione del tipo di terreno da perforare, si possono usare aria e acqua, generalmente la tecnica prevede l'impiego di boiaccia cementizia con eventuali additivi in riferimento alle disposizioni di progetto, con un rapporto acqua/cemento variabile in funzione del tipo di terreno e della durabilità da garantire all'opera. In genere, durante la fase di perforazione è impiegata boiaccia molto fluida (a/c prossimo a 1), che consente lo spurgo del materiale di scavo; successivamente, la boiaccia è addensata fino ad un rapporto a/c pari a 0,4, per l'esecuzione della cementazione definitiva. In applicazioni speciali, sulle barre possono essere eseguiti dei fori supplementari per l'esecuzione di iniezioni ripetute, la cui apertura e chiusura è regolata da apposite valvole. In ogni caso, l'iniezione della miscela cementizia contemporaneamente alla perforazione della barra rende la tecnica autoperforante notevolmente semplice per le maestranze garantendo in questo modo una qualità elevata del processo, e vantaggiosa in termini di tempi di esecuzione e di costo.

Le barre sono disponibili in diversi diametri (da 28 a 90 mm per la classe di resistenza 460/560 N/mm² e da 32 a 90 mm per la classe di resistenza 560/670 N/mm²) e spessori. La nomenclatura della barra fa riferimento al diametro esterno della sezione circolare, mentre le lettere LL, L o P poste a chiusura della sigla indicano uno spessore della corona anulare minore o maggiore. La lettera iniziale indica invece il tipo di filetto.

La filettatura continua segue lo standard Rope, denominato "R", per le barre di diametro da 28 a 38 mm (ISO 10208:1991) e per le barre di diametro 51 mm (ISO 1720:1974), mentre per i diametri da 60 a 90 mm il filetto è denominato "S" ed è di progettazione interna, studiato appositamente per garantire prestazioni ottimali di resistenza e accoppiamento del sistema autoperforante.

Qualora sia richiesta o si voglia ottenere una maggiore protezione alla corrosione, sono fornite anche barre autoperforanti in acciaio zincato a caldo secondo lo standard ISO 1461 (2009).

Le barre autoperforanti sono provviste di CVT emesso dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici a seguito di istruttoria avviata presso il Servizio Tecnico Centrale.

In Allegato B si riporta una tabella completa con tutte le barre autoperforanti costituenti la produzione con le relative caratteristiche geometriche, meccaniche e di duttilità.

Principali caratteristiche meccaniche dichiarate

Esistono barre cave autoperforanti di classe di acciaio costante per tutti i diametri delle barre rullate. Gli autoperforanti si configurano come barre cave autoperforanti per applicazioni geotecniche di classe 460/560 N/mm² o 560/670 N/mm² e di diametro variabile, aventi le seguenti caratteristiche meccaniche, di duttilità e di resilienza:

Classe 460/560

$f_{0,2,nom} = 460 \text{ N/mm}^2$

$f_{t,nom} = 560 \text{ N/mm}^2$

$f_{0,2k} \geq 460 \text{ N/mm}^2$ (valore caratteristico)

$f_{tk} \geq 560 \text{ N/mm}^2$ (valore caratteristico)

Classe 560/670

$f_{0,2,nom} = 560 \text{ N/mm}^2$

$f_{t,nom} = 670 \text{ N/mm}^2$

$f_{0,2k} \geq 560 \text{ N/mm}^2$ (valore caratteristico)

$f_{tk} \geq 670 \text{ N/mm}^2$ (valore caratteristico)

Tutte le classi

$f_{0,2max}/f_{0,2,nom} \leq 1,25$

$f_{t}/f_{0,2} \geq 1,15$

Coefficiente di variazione $cv = s/fm \leq 6\%$

Allungamento percentuale totale al carico massimo $Agt \geq 5,0 \%$

$Anom$ (mm²) = area nominale della sezione trasversale della barra cava, dichiarata dal fabbricante

$Mnom$ (kg/m) = massa per unità di lunghezza, dichiarata dal fabbricante sulla base di una densità del materiale uguale a 7,85 kg/dm³

Area effettiva della sezione trasversale $A_{eff} \geq 0,96 Anom$

Area relativa di nervatura $fR \geq 0,12$

Resilienza su provetta Charpy KV $\geq 27 \text{ J a } 0^\circ\text{C}$

Filettatura continua tipo ROPE secondo ISO 10208 per diametri da R28 a R38
Filettatura continua tipo ROPE secondo ISO 1720 per diametro R51
Filettatura continua tipo per diametri da S60 a S90

Manicotto di giunzione

Il manicotto è l'elemento di giunzione tra due barre autoperforanti contigue, fornite in moduli di lunghezza opportuna. Il manicotto consiste in un cilindro metallico cavo, filettato internamente, prodotto in acciaio speciale, per garantire una adeguata resistenza all'accoppiamento che deve essere maggiore della resistenza nominale delle barre.

Al fine di ottenere un collegamento ottimale e bilanciato, le due barre devono essere avvitate al manicotto per una porzione di ugual lunghezza: la filettatura interna è perciò interrotta da un blocco al centro del manicotto che permettere l'arresto della barra nella posizione predefinita.

Durante le operazioni di installazione del manicotto e giunzione di due moduli contigui di barre, la macchina viene momentaneamente fermata, la nuova barra viene montata sulla guida con il manicotto avvitato e si imposta il collegamento. La rotazione della guida permette di completare l'avvitamento della barra già all'interno del foro e di riprendere la perforazione.

Piastra di ripartizione di estremità

La piastra è un elemento strutturale in acciaio avente lo scopo di ripartire i carichi sul paramento esterno, sia esso rigido o flessibile. La piastra consente il collegamento della barra di ancoraggio al rivestimento esterno di facciata o all'eventuale struttura, rigida o flessibile, a cui l'ancoraggio viene connesso, e la conseguente distribuzione del carico. Nel sistema autoperforante sono disponibili piastre di forme diverse (rettangolare, quadrata, circolare, a stella, a "ragno", "palladiana", ecc.), in funzione del tipo di struttura o rivestimento a cui sono applicate e del contesto architettonico e paesaggistico del sito, assicurandone al contempo l'efficacia meccanica. Per aumentare la resistenza alla corrosione e la durabilità del sistema, le piastre possono essere prodotte su richiesta in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma EN ISO 1461 (2009) oppure, per alcuni modelli, in acciaio tipo Corten per la massima protezione garantita.

Dado di serraggio

Il dado di serraggio è l'elemento strutturale che permette di fissare la barra al paramento esterno. Il dado è prodotto in acciaio speciale, per garantire una adeguata resistenza all'accoppiamento che deve essere maggiore della resistenza nominale delle barre.

I dadi sono forniti in forme diverse in funzione del tipo di applicazione:

- Dado esagonale classico a basi piate;
- Dado esagonale con base di appoggio arrotondata: impiegato nel caso in cui la barra non incontri la piastra con angolo retto;
- Dado a scomparsa: impiegato nel caso in cui si voglia inserire il dado all'interno della piastra.

Per aumentare la resistenza alla corrosione e la durabilità del sistema, i dadi possono essere prodotti su richiesta in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461 (2009).

Punta di perforazione

La punta di perforazione è un elemento applicato all'estremità della barra, necessario per eseguire la perforazione nel terreno. Si tratta di una punta tagliente monouso (a perdere), prodotto in acciaio temprato con inserti TC o in Widia. La forma, la dimensione e la durezza della punta sono scelte in funzione del tipo di terreno da perforare, del diametro della barra e del diametro medio reso di cementazione da ottenere. Per gli autoperforanti è fornita una tabella nella quale sono indicate per ciascun tipo di barra autoperforante le tipologie di punta di perforazione disponibili.

La punta di perforazione non svolge alcuna funzione strutturale nel sistema autoperforante, in quanto si tratta di un elemento a perdere. La punta infatti rimane agganciata alla testa della barra in fondo al foro e non può essere recuperata a fine perforazione. Deve in ogni caso essere funzionale al raggiungimento della profondità di infissione di progetto.

Una caratteristica delle punte di perforazione è quella di essere dotate di fori per la fuoriuscita del fluido di iniezione, costituito in genere da boiaccia cementizia o acqua.

In Tabella 2.1 si riportano le tipologie di punte di perforazione a perdere previste per i sistemi autoperforanti con le relative caratteristiche geometriche, divisi per tipo di barra autoperforante.

Designation Denominazione	Unit Unità	Product type Tipo di prodotto						
		R28	R32L R32P	R38L R38	R51	S60	S76L S76	S90L S90
Drilling Bits Punte di perforazione	(Ø mm)	41 / 51	51 / 90	76 / 130	90 / 150	90 / 175	110 / 210	110 / 210
EX/Steel Cross bit Acciaio temperato, quadrilama		41 51*	51	90* 100* 115* 130*	90 100 115 130	—	—	—
EY/Steel Asymmetrical bit Acciaio temperato, trilama		—	51 76* 90*	76 90 100* 115* 130*	90 100 115 130	—	—	—
Steel Clay bit Acciaio temperato, da argilla		—	51 76* 90*	76 90 100* 115* 130*	90 100 115 130	130 175*	175 210*	210
ES/Button bit Acciaio temperato, bottoni		—	51 76* 90*	76 90 100* 115* 130*	90 100 115 130 150*	110 130* 150*	130 150 180*	150 180
EXX/TC Cross bit Widia, croce		41 51*	51	90* 100* 115* 130*	90 100 115 130	—	—	—
ESS/TC Button bit Widia, bottoni		41 51*	51 76* 90*	76 90 100* 115* 130*	90 100 115 130	90 110* 130*	110 130*	130

Nota: (*) = with thread adapter / con adattatore di filetto.

Tabella 2.1. Tipo di punte di perforazione previste per il sistema autoperforante

Centratore

Il centratore è un dispositivo in acciaio utilizzato per mantenere la barra autoperforante al centro del foro in fase di installazione. Nelle situazioni in cui si impiegano barre non protette contro la corrosione e in particolare su opere permanenti dove la protezione e la durabilità nel tempo sono garantite dal copriferro del bulbo cementato, è consigliabile utilizzare i centratori in accoppiamento alle barre autoperforanti, per garantire la completa cementazione e protezione della barra, mantenendola centrata rispetto alla sezione cementata, migliorando la durabilità del sistema.

Golfare

Il golfare è un elemento strutturale metallico, prodotto in acciaio in varie geometrie e dimensioni. Il golfare è un anello che, opportunamente avvitato in corrispondenza della barra, consente il collegamento di una fune all'ancoraggio autoperforante. Viene impiegato in applicazioni quali la protezione di versanti con reti paramassi, ancorate in terra o in roccia con il sistema autoperforante.

Per aumentare la resistenza alla corrosione e la durabilità del sistema, i golfari possono essere forniti su richiesta in acciaio zincato a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461 (2009).

BARRE CAVE AUTOPERFORANTE TIPO R32P ZINCATE A CALDO ISO 1461

Classe di resistenza 560/670 N/mm²

Fornitura e posa in opera di barre cave autoperforanti, eseguite in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia verticali sia inclinate.

L'armatura è costituita da barre cave autoperforanti tipo R32P a filettatura continua in acciaio di classe 560/670 N/mm², qualificate secondo D.M. 17/01/2018, aventi le seguenti caratteristiche nominali: diametro esterno 32 mm, diametro interno medio 15 mm, tensione di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% (snervamento) $f(0,2), k \geq 560$ N/mm², tensione al carico massimo (rottura) $f_t, k \geq 670$ N/mm², rapporto $f(0,2)/f(0,2), nom \leq 1,25$, rapporto $f_t/f(0,2) \geq 1,15$, area effettiva della sezione trasversale $A_{eff} \geq 0,96 A_{nom} = 550$ mm², allungamento totale alla forza massima $A_{gt} \geq 5,0\%$, resilienza su provetta Charpy Kv con sezione trasversale 10x10 mm ≥ 27 J a 0°C, fattore relativo di nervatura $f_R \geq 0,12$.

Durante la fase di perforazione dell'autoperforante è iniettata una boiaccia di cemento con rapporto acqua/cemento pari a 70/100 litri per 100 kg con funzione di portare i detriti di perforazione in superficie e stabilizzare il foro. In fase di cementazione dell'autoperforante la boiaccia iniettata avrà un rapporto acqua/cemento pari a 40/50 litri per 100 kg fino alla fuoriuscita di boiaccia in eccesso dalla boccaforo, con classe di resistenza non inferiore a C20/25. Per la posa del sistema autoperforante si utilizza una punta di perforazione a perdere di diametro come da progetto, manicotti esterni di giunzione tra barra e barra fino al raggiungimento della quota finale di posa, testata (se prevista da progetto) comprensiva di piastra di ripartizione con eventuale elemento aggiuntivo per compensare l'angolo di deviazione tra armatura e superficie del rivestimento, e dado di serraggio.

Tutto il kit strutturale autoperforante (barre, manicotti, dadi, piastre) sarà provvisto di zincatura ottenuta a caldo in accordo con la norma EN ISO 1461, al fine di garantire durabilità adeguata in condizioni standard superiore ai 100 anni di vita nominale.

Il sistema autoperforante dovrà essere provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) ai sensi del §11.1 lettera C del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 42 del 20 febbraio 2018 e della Linea Guida di cui al Decreto del Presidente del Consiglio Superiore LL.PP. n. 411 del 27/11/2020.

BARRE CAVE AUTOPERFORANTE TIPO R28 (NERE O ZINCATE A CALDO ISO 1461)

Classe di resistenza 460/560 N/mm²

Fornitura e posa in opera di barre cave autoperforanti, eseguite in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia verticali sia inclinate.

L'armatura è costituita da barre cave autoperforanti tipo R28 a filettatura continua in acciaio di classe 460/560 N/mm², qualificate secondo D.M. 17/01/2018, aventi le seguenti caratteristiche nominali: diametro esterno 28 mm, diametro interno medio 16 mm, tensione di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% (snervamento) $f(0,2), k \geq 460$ N/mm², tensione al carico massimo (rottura) $f_t, k \geq 560$ N/mm², rapporto $f(0,2)/f(0,2), nom \leq 1,25$, rapporto $f_t/f(0,2) \geq 1,15$, area effettiva della sezione trasversale $A_{eff} \geq 0,96 A_{nom} = 360$ mm², allungamento totale alla forza massima $A_{gt} \geq 5,0\%$, resilienza su provetta Charpy Kv con sezione trasversale 10x10 mm ≥ 27 J a 0°C, fattore relativo di nervatura $f_R \geq 0,12$.

Durante la fase di perforazione dell'autoperforante è iniettata una boiaccia di cemento con rapporto acqua/cemento pari a 70/100 litri per 100 kg con funzione di portare i detriti di perforazione in superficie e stabilizzare il foro. In fase di cementazione dell'autoperforante la boiaccia iniettata avrà un rapporto acqua/cemento pari a 40/50 litri per 100 kg fino alla fuoriuscita di boiaccia in eccesso dalla boccaforo, con classe di resistenza non inferiore a C20/25. Per la posa del sistema autoperforante si utilizza una punta di perforazione a perdere di diametro come da progetto, manicotti esterni di giunzione tra barra e barra fino al raggiungimento della quota finale di posa, testata (se prevista da progetto) comprensiva di piastra di ripartizione con eventuale elemento aggiuntivo per compensare l'angolo di deviazione tra armatura e superficie del rivestimento, e dado di serraggio.

Il sistema autoperforante deve essere provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (CVT) ai sensi del §11.1 lettera C del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 pubblicato sul Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 42 del 20 febbraio 2018 e della Linea Guida di cui al Decreto del Presidente del Consiglio Superiore LL.PP. n. 411 del 27/11/2020.

Caratteristiche e opzioni accessorie:

(Eventuale) Zincatura ottenuta a caldo in accordo con la norma EN ISO 1461 di tutto il kit strutturale autoperforante (barre, manicotti, dadi, piastre).

ART. 63 GABBIONI METALLICI CON RETE ELETROSALDATA

I gabbioni metallici sono strutture modulari portanti formate da elementi in rete metallica a tripla zincatura a caldo e riempiti con pietrame a secco di granulometria selezionata. Il riempimento può essere realizzato scegliendo tra materiali di diversa natura a seconda del risultato estetico che si vuole ottenere e del peso necessario. Il prodotto finito si presenta come un monoblocco portante che può essere trasportato e messo in opera con estrema velocità direttamente nella sede di applicazione. I gabbioni metallici sono strutture a forma di cesto trasportabile, preriempite in fabbrica o in cava con pietrame. Compattati per vibrazione meccanica, sono particolarmente stabili nonostante le loro dimensioni. Il monoblocco può così essere utilizzato, senza necessità di ulteriori interventi, per la realizzazione di sostegni geotecnici a terrazzamento.

Tra i benefici derivanti dalla realizzazione di gabbionate con l'utilizzo di tali gabbioni armati rientrano nel nostro caso la velocità di esecuzione di montaggio, che non si deforma per forza di gravità, particolarmente utile in caso di consolidamenti in ambienti di difficile cantierizzazione e/o dove il fattore tempo riveste un ruolo fondamentale nella mitigazione del rischio idrogeologico.

REIMPIIMENTO

I gabbioni possono essere riempiti con svariate tipologie di materiali frantumati, ma il pietrame più idoneo al riempimento dei gabbioni ha elevato peso specifico (in particolare nelle opere a gravità o soggette alla forza viva dell'acqua), non è gelivo o friabile ed è di buona durezza. La pezzatura più adatta del pietrame è quella variabile tra le 1,5 / 2,5 volte la dimensione D della maglia della rete, tale cioè da evitare fuoriuscite del pietrame. L'impiego di pietrame di pezzatura medio-piccola consente un migliore e più veloce assestamento del riempimento, nonché una migliore distribuzione dei carichi agenti ed una maggiore adattabilità alle deformazioni della struttura.

Il pietrame di riempimento dei gabbioni viene prodotto e marcato CE secondo la norma UNI EN 13383-1. I cesti per gabbioni mobili devono essere compattati tramite vibrazione meccanica prima di essere trasportati.

ARMATURA

Le specifiche tecniche principali prevedono impegno di Rete elettrosaldata in filo di acciaio con rivestimento in zinco-alluminio (95% Zn / 5% Al) e Resistenza alla trazione ≥ 450 N/mm².

I gabbioni sono prodotti con rete in filo zincato ϕ 6 mm a maglia 20 x 5 cm. Le caratteristiche del filo zincato, secondo la norma UNI EN 10204:2005, sono: Resistenza = 705 N/mm² ; F_y = 658N/mm² ; allungamento=12,73%; grammatura zinco = 110 g/m² .

La rete esterna del gabbione è collegata attraverso dei tiranti ϕ 6 in acciaio da carpenteria per garantire la stabilità dell'elemento soprattutto nella fase di movimentazione che viene effettuata attraverso un gancio di sollevamento realizzato con un tondino ϕ 16 sagomato. La struttura del gabbione così realizzata, permette agli elementi di essere sovrapponibili fino a 5 m di altezza, ovviamente in funzione della stabilità del terreno di posa ed in funzione della spinta laterale a cui sono sottoposti.

DIMENSIONI

Le dimensioni presenti sul mercato sono varie, ma per il presente progetto sono previste le seguenti misure: 100x050x100 cm e 100x050x050 cm al fine di renderne possibile la movimentazione tramite elicottero, in quanto misure superiori avrebbero pesi non movimentabile dai normali elicotteri impegnati per questo tipo di operazioni. Le dimensioni per l'intervento in questione sono per la maggior parte pari a 100x100xh50 del peso quindi circa di 800-900 Kg.

La presente relazione è redatta seguendo le indicazioni delle normative che disciplinano le certificazioni dei prodotti da costruzioni.

La presente viene redatta per dare evidenza della rispondenza del prodotto ai principi della norma che disciplina un prodotto da costruzione. Per "materiale da costruzione" si intende: qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere di costruzione.

RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione è stata redatta in analogia a quanto previsto dalla:

- *Direttiva Europea 89/106/CEE del Consiglio, del 21 dicembre 1988, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione Gazzetta ufficiale L 40 dell'11.02.1989] modificata dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio, del 22 luglio 1993.*

- *Gazzetta Ufficiale L 220 del 30.08.1993*

- *Gazzetta Ufficiale L 284 del 31.10.2003 I riferimenti normativi si intendono anche le successive modifiche ed integrazioni.*

Descrizione del prodotto da costruzione

Un gabbione è un contenitore costituito da pannelli di filo saldato di dimensioni variabili, uniformemente suddivisi in celle interne, interconnesse con altre unità simili e riempite di pietra nel sito di progetto per formare strutture flessibili, permeabili e monolitiche utilizzato per ritenzione della terra, rinforzo del suolo, formazione fluviale, controllo dell'erosione, sistemi di fascia, pareti autoportanti e schermi antipioggia.

I gabbioni in filo elettrosaldato possono essere realizzati come:

- Pannello in filo saldato, realizzato in filo di acciaio non rivestito ulteriormente zincato a caldo secondo EN 10223-8 dopo la produzione del pannello (saldatura, piegatura, ecc.).
- Pannello in filo saldato costituito da filo rivestito in lega Zn/Al prima della saldatura nel tessuto. Filo elicoidale, per allacciatura, perni di bloccaggio, anelli a C e fascette di rinforzo (irrigidimenti) anch'essi prodotti con filo rivestito in lega di Zn/Al.
- Pannello di filo saldato e filo di allacciatura prodotti da filo rivestito in lega Zn/Al. Perni di bloccaggio elicoidali e fascette di rinforzo (irrigidimenti) prodotti da filo di acciaio inossidabile o filo rivestito in lega Zn/Al.
- Pannello in filo saldato, elicoidale, filo per allacciatura, perni di bloccaggio e fascette di rinforzo prodotti con filo di acciaio inossidabile.

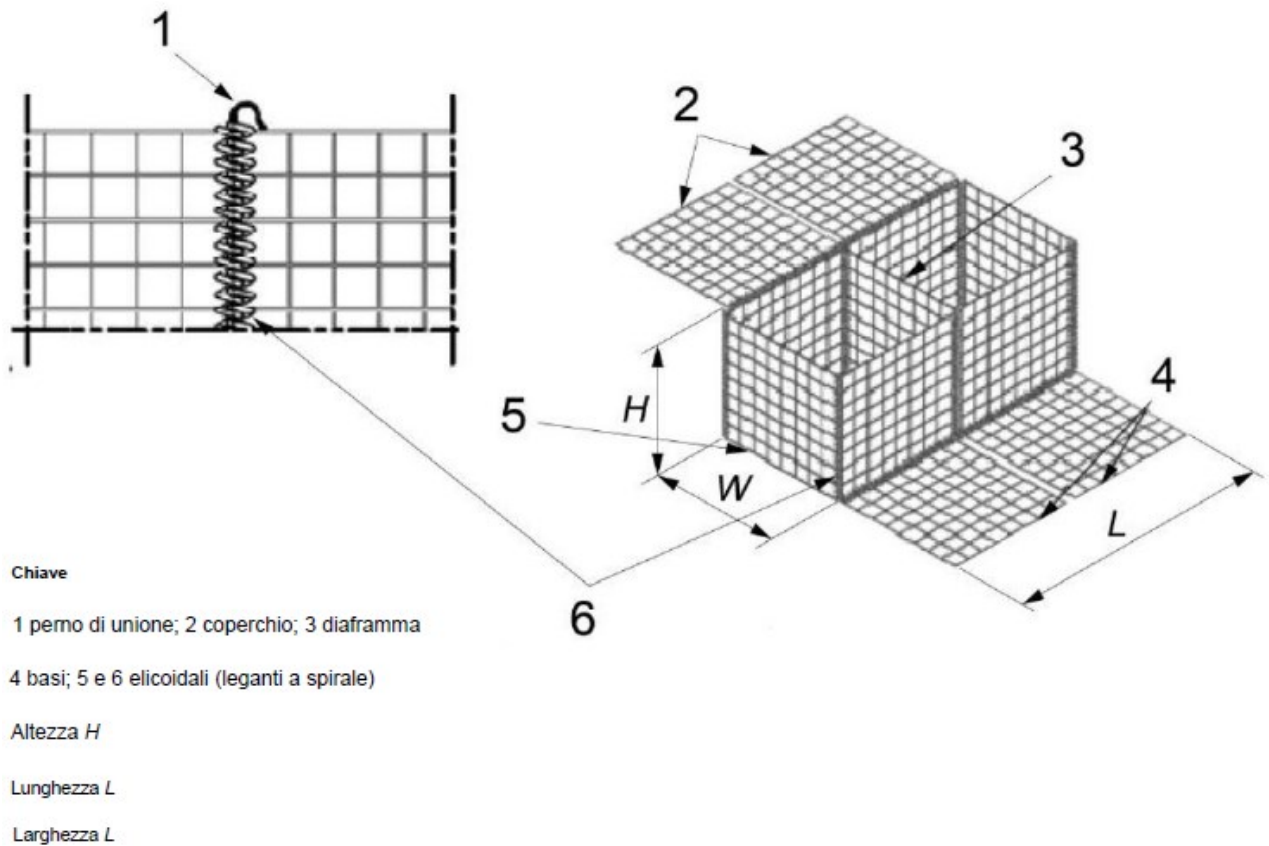


Figura 22 - Componenti dei gabbioni saldati

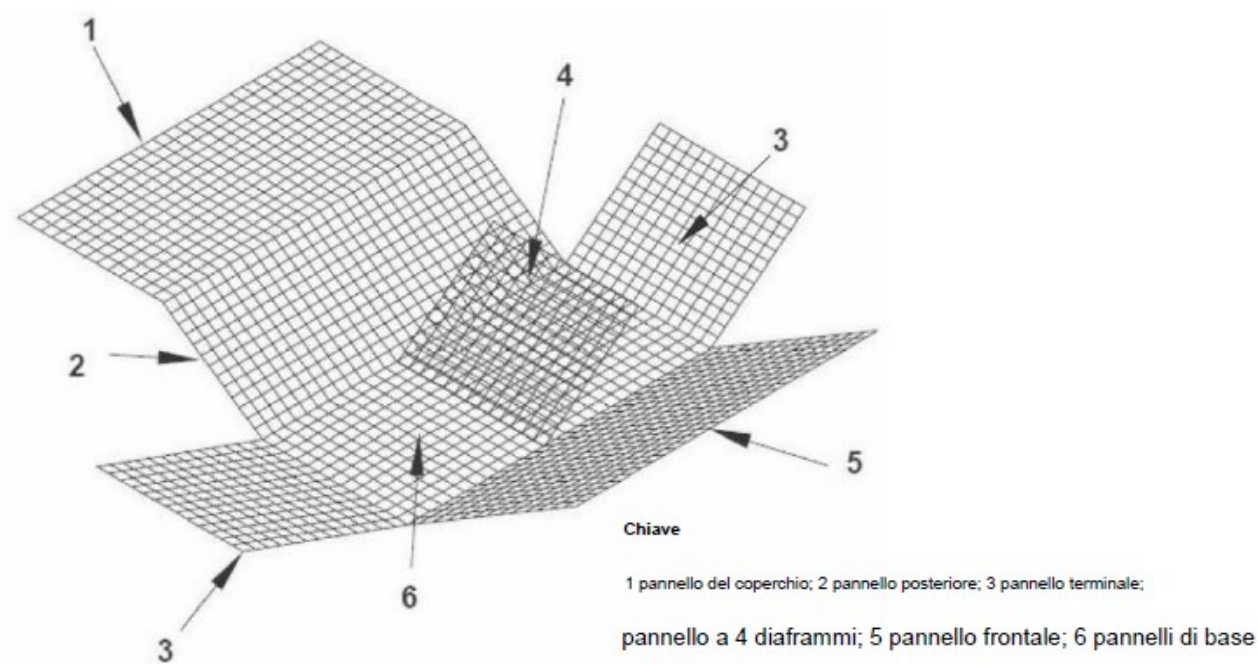


Figura 23 - Pannelli di rete metallica saldata di gabbioni saldati

Per il collegamento di singoli pannelli di filo saldato in fabbrica e/o per il preassemblaggio nell'impianto di produzione possono essere utilizzate le opzioni secondo illustrate in figura seguente.

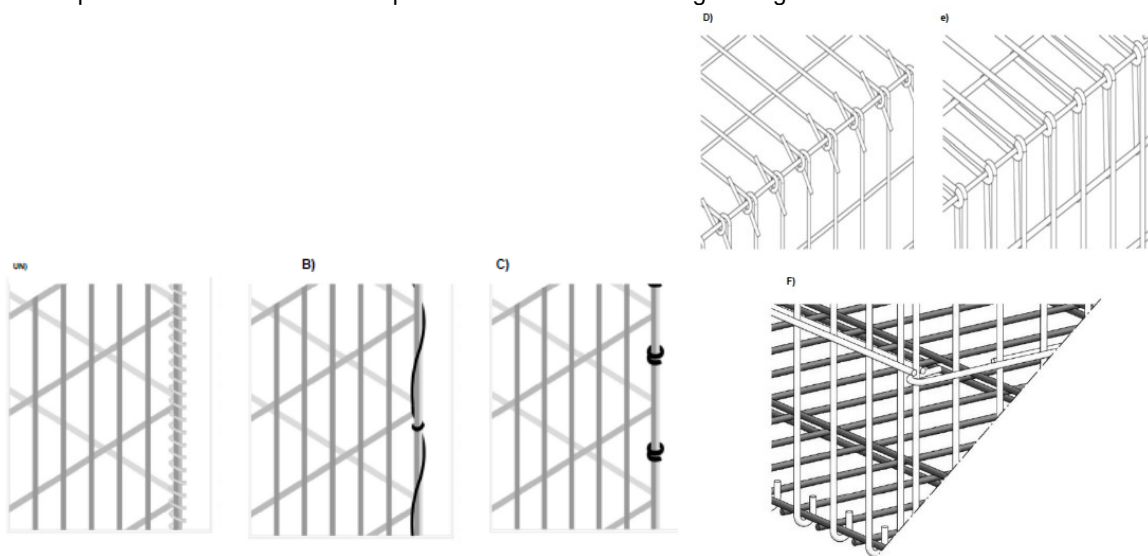


Figura 24 - Esempi di connessioni: a) leganti a spirale (con perni di giunzione, b) filo di allacciatura, c) anelli a C, d) occhiello con perni di bloccaggio, e) ed f) estremità ad anello con perni di bloccaggio

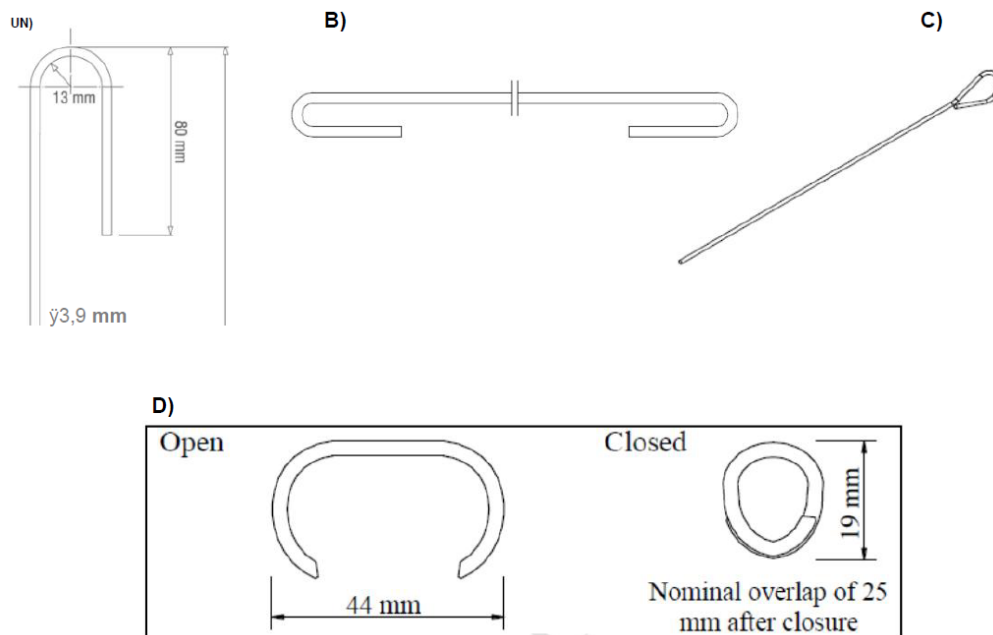


Figura 25 - Esempi di componenti del gabbione: a) perno di giunzione, b) rinforzo, c) perno di bloccaggio, d) C-ring

Per quanto riguarda l'imballaggio, il trasporto, la conservazione, la manutenzione, la sostituzione e la riparazione del prodotto, è responsabilità dell'appaltatore intraprendere le misure appropriate e sul trasporto, conservazione, manutenzione, sostituzione e riparazione del prodotto come ritiene necessario. Il prodotto verrà in ogni caso installato secondo le istruzioni del produttore e secondo la pratica abituale dei professionisti dell'edilizia.

Il prodotto sarà soggetto a Documento per la Valutazione Europea EOTA e marcatura CE.